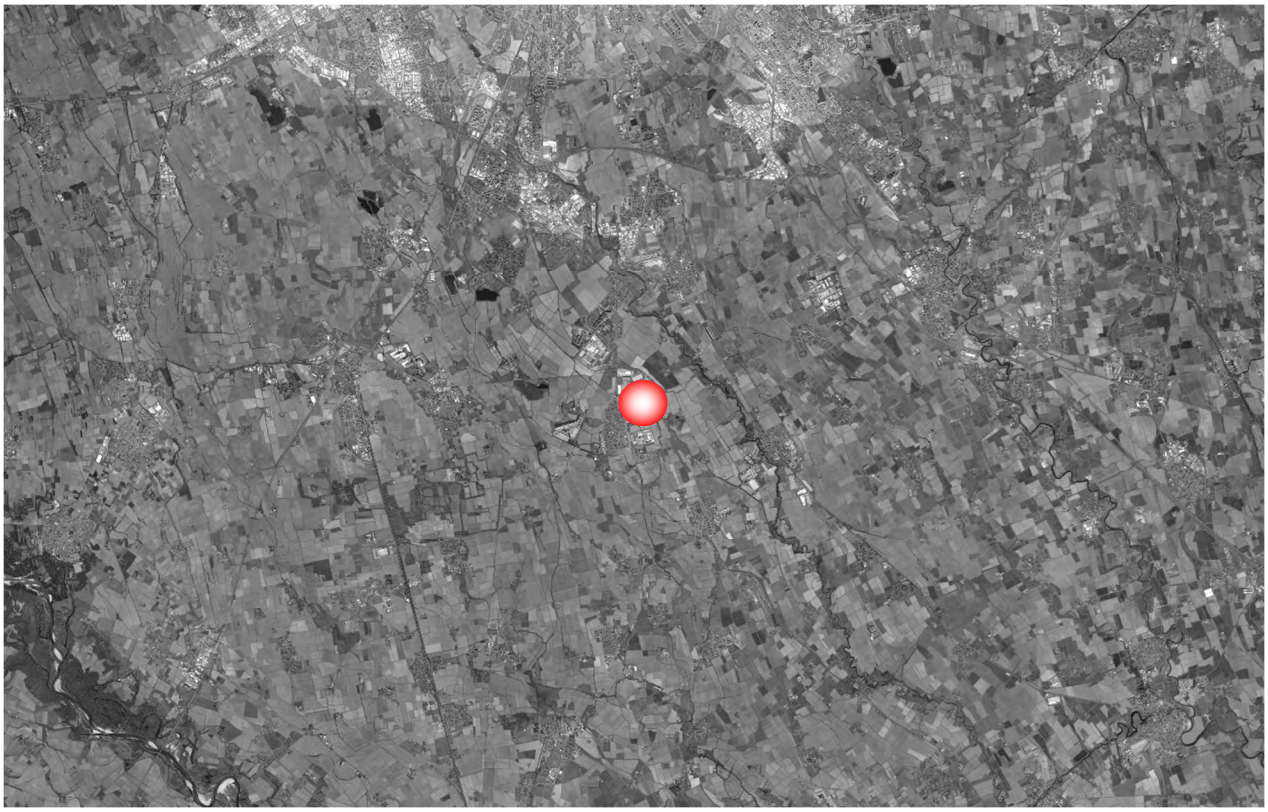
PROVINCIA DI PAVIA	REGIONE LOMBARDIA	COMUNE DI SIZIANO

DATA CENTER STACK CAMPUS SIZIANO



STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO

Elaborato 01: Relazione

Committente:

INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 2 S.R.L.

Via del Bosco Rinnovato, 8
20090 Assago (MI)
C.F. 11462260966

Consulente:

Logit engineering
Piazza della Serenissima, 20
31033 Castelfranco Veneto (TV)
tel 0423 720203 - fax 0423 720203

Renato Crosato
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Treviso
Ingegnere
21.11.2025 14:59:49 GMT+00:00

Omar Luison
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Treviso
Ingegnere
21.11.2025 15:01:15 GMT+00:00

Ottobre 2025 Revisione 00

INDICE

1 GENERALITÀ DELLO STUDIO 2

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 5

3 SISTEMA OFFERTA VIARIA 8

3.1 ASSI STRADALI PRINCIPALI 8

3.2 INTERSEZIONI LIMITROFE E ACCESSI ALL'AREA 15

3.3 CASELLI AUTOSTRADALI 21

4 DOMANDA DI TRAFFICO ATTUALE 22

4.1 RILIEVI AUTOMATICI 22

4.2 RILIEVI MANUALI 30

5 SCENARIO FUTURO 32

5.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI 32

5.2 ACCESSIBILITÀ DEGLI INTERVENTI PREVISTI 33

5.3 FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI DAGLI INTERVENTI DI PROGETTO 37

5.3.1 Veicoli commerciali 37

5.3.2 Autoveicoli dipendenti 37

5.4 FLUSSI DI TRAFFICO FUTURI 38

5.5 IMPATTO DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE 40

6 LIVELLI DI SERVIZIO 42

6.1 DEFINIZIONI 42

6.2 LIVELLI DI SERVIZIO INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE 43

6.3 LIVELLI DI SERVIZIO DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA 46

6.4 LIVELLI DI SERVIZIO DEGLI ASSI STRADALI 48

7 ANALISI MICROSIMULATIVA 50

7.1 MICROSIMULAZIONI ESEGUITE 50

7.2 VALUTAZIONE CRITICA DEI RISULTATI 51

7.2.1 Valutazioni di rete 52

7.2.2 Valutazioni di nodo 53

7.2.3 Valutazioni di arco 60

8 CONCLUSIONI 62

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

1 GENERALITÀ DELLO STUDIO

Nell'ambito del procedimento autorizzativo relativo alla realizzazione del Data Center Stack Campus da realizzarsi su alcuni lotti a nord e a sud della SP40 in Comune di Siziano (PV), il seguente studio di impatto viabilistico si pone l'obiettivo di valutare la sostenibilità dell'intervento sulla rete stradale di afferenza. L'insediamento di nuovi data center, infatti, risulta direttamente connesso alla variazione dei flussi veicolari, seppur limitata, sulla rete viaria interessata a seguito degli spostamenti degli addetti e dei mezzi per la manutenzione.

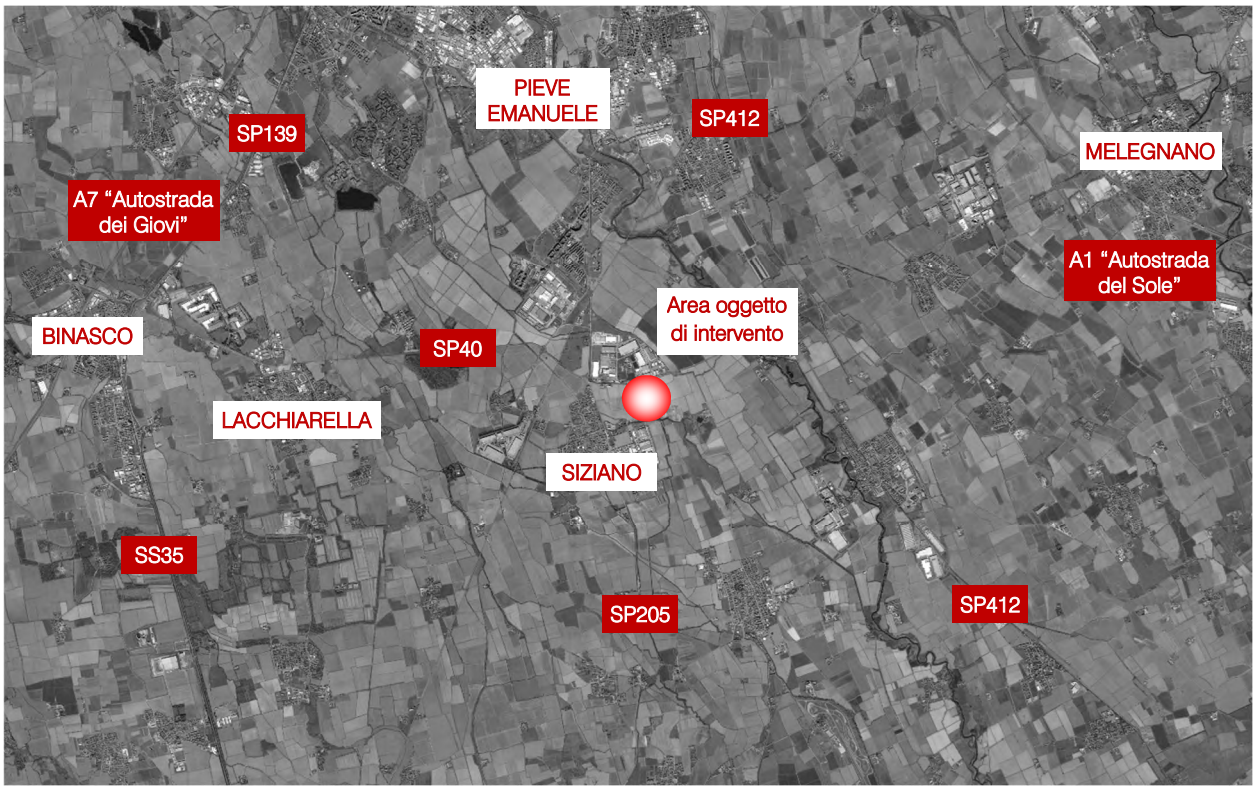


Figura 1.1 – Ambito di localizzazione

Nello specifico, il progetto prevede la realizzazione di due nuovi insediamenti e l'ampliamento di quattro siti già realizzati o in corso di realizzazione.

I lotti di nuova realizzazione sono:

- MIL08-A, su area inedificata posta a sud della SP40 e convenzionata nell'Ambito ATC-PL1 del Comune di Siziano;
- MIL07, sul lato ovest dell'ingresso del Polo Logistico Siziano nord in Via Lombardia; gli interventi prevedono la riqualificazione dell'immobile esistente.

I lotti interessati dall'ampliamento sono:

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

- MIL01, su sito attualmente costituito dalle unità operative denominate MIL01A, MIL01B e MIL01C, già autorizzate anche in virtù di una procedura di esclusione di VIA conclusasi positivamente nel 2021 (prot. MATTM_DEC_2021-0000426 del 08/11/2021);
- MIL02, su sito realizzato nell'ambito del completamento della Convenzione urbanistica sviluppata da Siziano Logistic Park in una area ubicata in Via Marche, attualmente operativo;
- MIL03, su sito realizzato dal recupero edilizio di un immobile esistente ubicato in Lombardia all'interno del Polo Logistico Siziano Nord, attualmente operativo;
- MIL08-B, su area a sud della SP40, in corso di realizzazione.

Il progetto prevede altresì la realizzazione delle seguenti opere pubbliche di urbanizzazione primaria:

- realizzazione della circonvallazione di Siziano che lambisce il confine orientale degli ambiti MIL08-A e MIL08-B, di collegamento tra la SP40 e il polo artigianale di Cantalupo;
- realizzazione della rotatoria all'incrocio tra la suddetta strada di circonvallazione e la SP40.

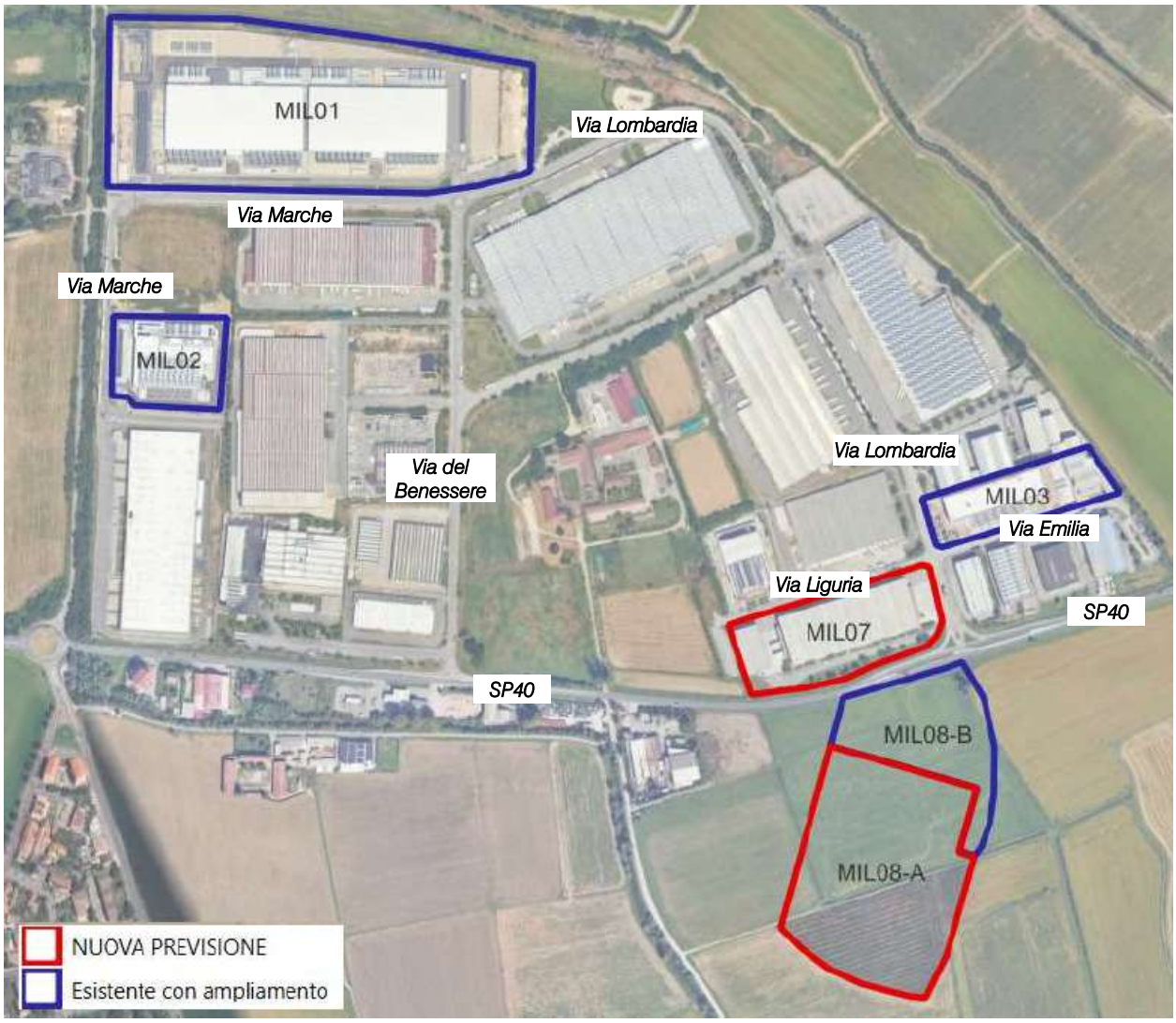


Figura 1.2 – Localizzazione data center

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

L'analisi proposta consiste in uno studio approfondito dell'assetto viario esistente, seguito da un'attenta valutazione degli effetti determinati dal futuro carico veicolare indotto.

Lo studio ha come obiettivo principale la definizione del livello di servizio (Level Of Service, LOS) delle infrastrutture viarie di afferenza in relazione sia alle portate veicolari attuali che a quelle future.

Nei capitoli che seguono, dopo aver delineato brevemente l'inquadramento territoriale, verranno descritte l'offerta e la domanda di trasporto caratterizzanti lo stato di fatto, allo scopo di eseguire una stima attenta e puntale del grado di funzionalità degli archi e dei nodi stradali. Dopo una breve dissertazione teorica sui principali parametri utilizzati nell'ingegneria dei trasporti per l'individuazione del cosiddetto livello di servizio, saranno svolte le opportune analisi viabilistiche sulle prestazioni della rete stradale nella fascia oraria di punta identificata, pervenendo infine ad un'agevole comparazione, in termini viabilistici, tra lo stato attuale e lo scenario futuro previsto.

Per valutare accuratamente gli indicatori prestazionali riferiti al funzionamento dei vari elementi della rete stradale, si è deciso di simulare sia allo stato di fatto che nello scenario futuro il funzionamento della rete viaria di afferenza al nuovo complesso mediante l'utilizzo di uno specifico software microsimulativo.

Questa metodologia di verifica permette infatti di generare un immediato output visivo facilmente comprensibile ed è l'unica in grado di tener conto delle possibili interazioni tra archi o nodi adiacenti garantendo quindi una completezza dell'analisi.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto di analisi è ubicata a Siziano, Comune di 6.855 abitanti secondo quanto rilevato dall'ISTAT al 30 giugno 2025, nella provincia di Pavia ai confini con la Città Metropolitana di Milano, nella pianura alla destra del Lambro meridionale. Il territorio comunale orograficamente si presenta ad una quota altimetrica di 93 m s.l.m. esteso per circa 11,79 km^2 nella parte nord-orientale della provincia pavese.

Figura 2.1 – Inquadramento territoriale del Comune di Siziano

Il territorio comunale di Siziano confina a sud con il comune di Bornasco (PV), ad ovest con il comune di Lacchiarella (MI), a nord con il comune di Pieve Emanuele (MI), a nord-est con il comune di Locate di Triulzi (MI), ad est con i comuni di Carpiano (PV) e Landriano (PV), mentre il comune di Vidigulfo ne delimita il confine nord-orientale, ed è composto dalle quattro frazioni di Bonate, Campomorto, Casatico e Gninano.

Dal punto di vista viabilistico, il Comune è attraversato nella parte nord in direzione est-ovest dalla Strada Provinciale 40 "Binaschina", che collega Binasco con Melegnano e da cui nasce il secondo tratto della Strada Vigentina, importante asse viario che collega Opera (MI) a Pavia e che attraversa tutto il territorio comunale di Siziano in direzione nord-sud, prendendo la denominazione di Strada Provinciale 205. Altra direttrice importante che attraversa Siziano è la Strada Provinciale 50 Zibido al Lambro – Campomorto, che trae origine dalla Strada Provinciale 205 nella frazione di Siziano di Campomorto, e termina nel territorio comunale di Torrevecchia Pia nella frazione di Zibido al Lambro.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Per quanto concerne i collegamenti autostradali Siziano è raggiungibile da est dall'A1 "Autostrada del Sole" dalla barriera di Milano Sud – Melegnano, da nord dalla A50 "Tangenziale Ovest di Milano" dallo svincolo Val Tidone – Vigentina e da ovest dall'Autostrada A7 "Autostrada dei Giovi" dal casello di Binasco percorrendo la Strada Provinciale 40 e la Strada Provinciale 412.

Relativamente al trasporto pubblico Siziano è servita sia da linee di autobus extraurbani gestiti dalla società Autoguidovie sia dalla stazione ferroviaria di Villamaggiore, sita nel territorio comunale di Lacchiarella (MI), posta sulla linea Milano – Pavia – Genova.

Figura 2.2 – Comuni limitrofi a Siziano

Gli interventi oggetto del presente studio sono ubicati su 6 lotti distinti, posti sia a nord che a sud della Strada Provinciale 40.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

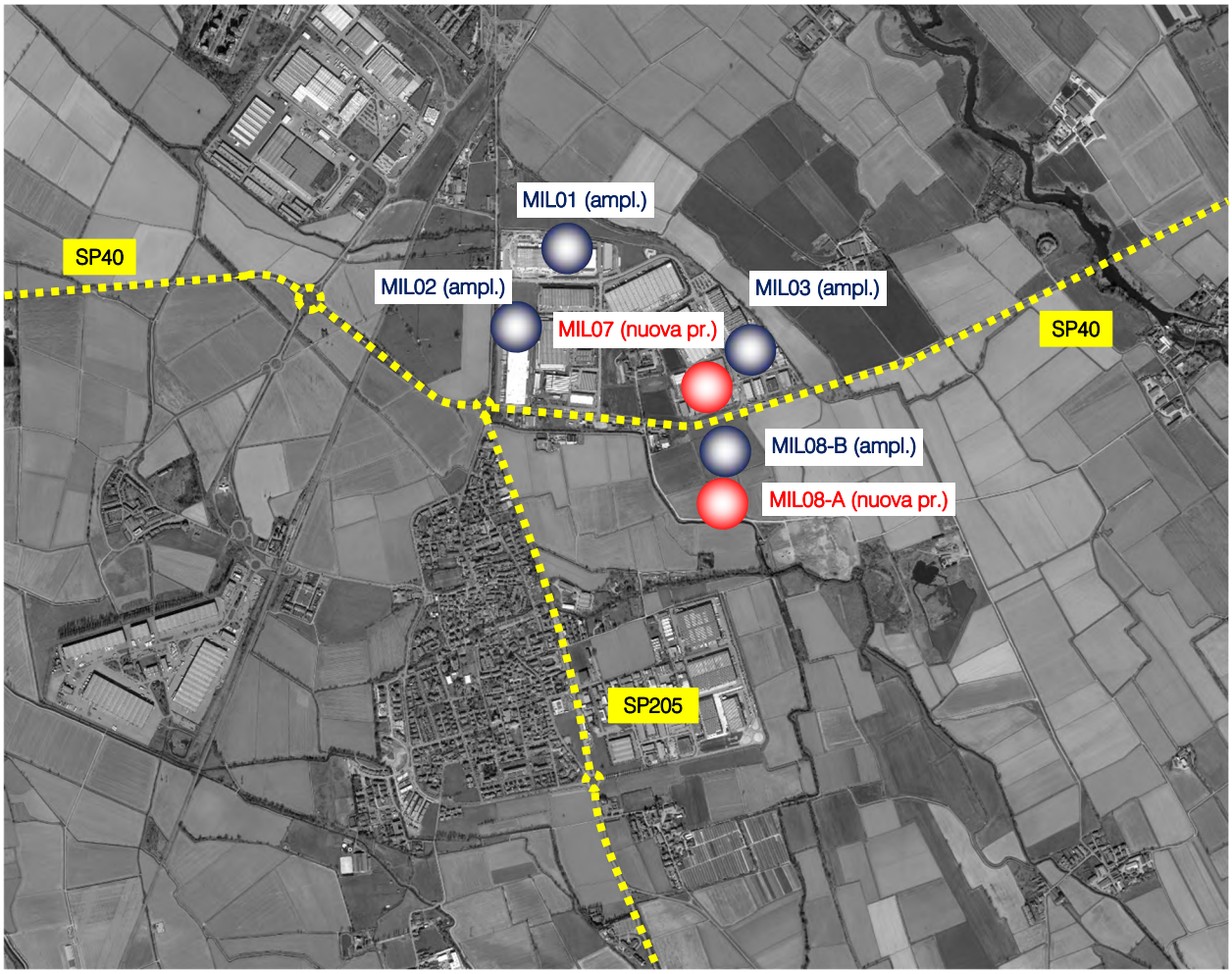


Figura 2.3 – Identificazione aree oggetto di intervento

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

3 SISTEMA OFFERTA VIARIA

Nel presente capitolo verrà descritto il sistema dell'offerta di trasporto con la descrizione dei principali assi stradali e delle intersezioni limitrofe all'area di studio.

3.1 ASSI STRADALI PRINCIPALI

Le principali direttrici infrastrutturali afferenti all'area oggetto di intervento risultano essere SP40, Via Circonvallazione, Via Santa Teresa, Via Adamello, Via Monte Bianco e Via de Filippo.

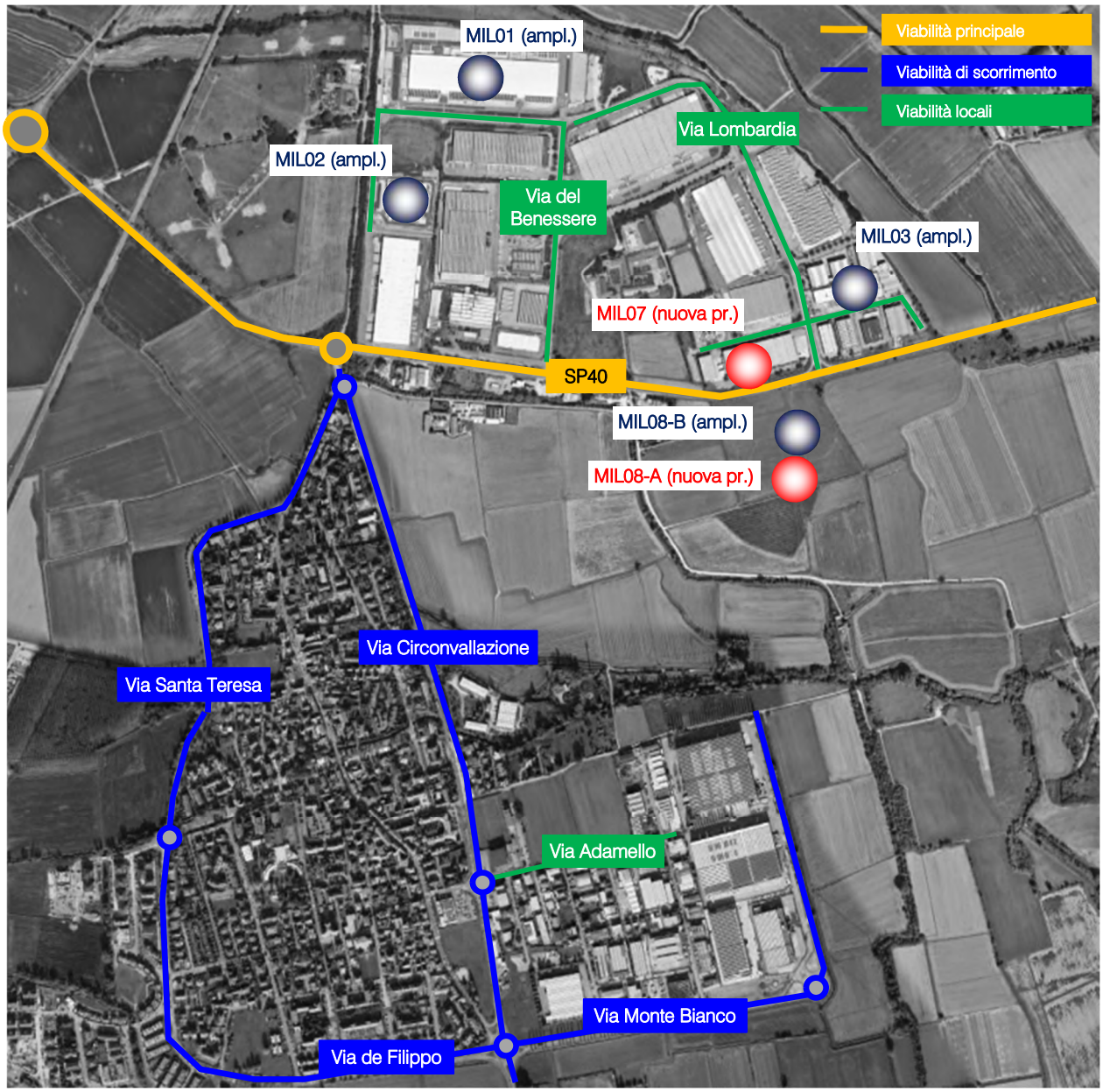


Figura 3.1 – Assi viari principali

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

SP40

La strada provinciale trae origine a Binasco e termina a Melegnano e attraversa Siziano nella zona industriale in direzione est-ovest. Si presenta a singola carreggiata con due corsie, una per senso di direzione.

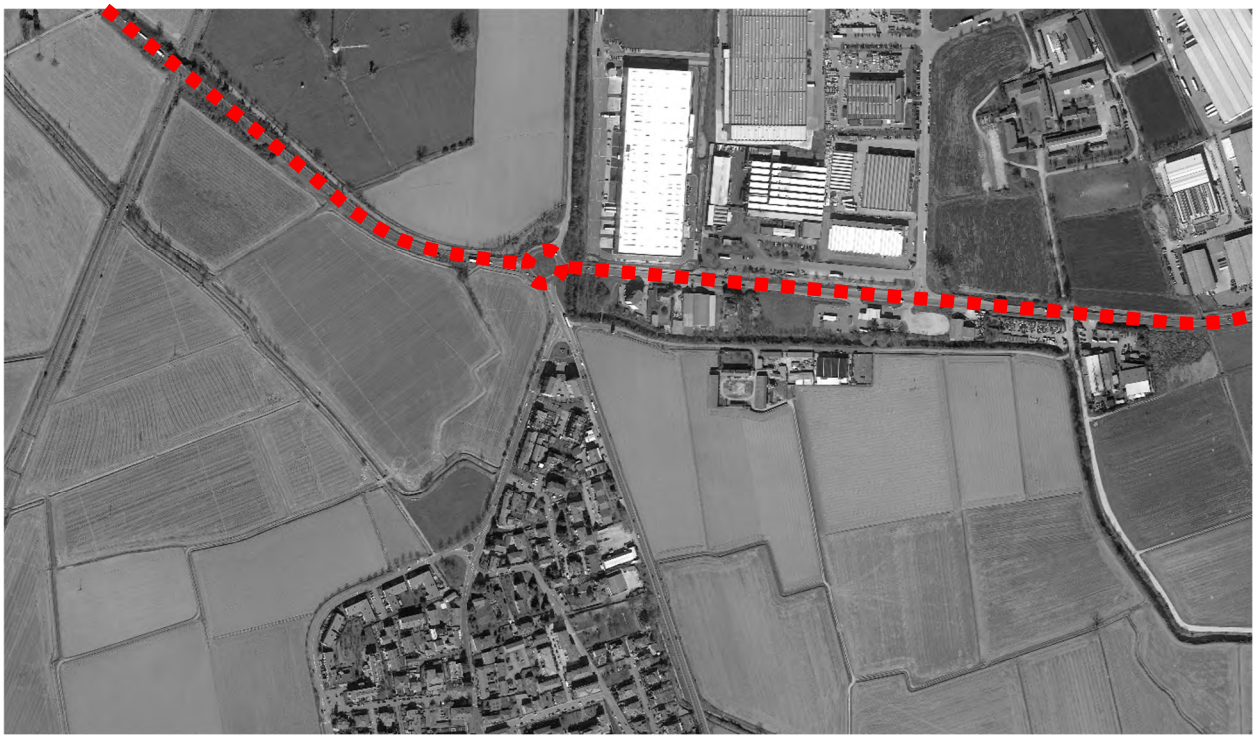


Figura 3.2 – SP40 – ortofoto

Figura 3.3 – SP40

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Via Circonvallazione

L'asse stradale trae origine dall'intersezione a rotatoria con SP40 e Lacchiarella e termina a sud in corrispondenza dell'intersezione a rotatoria con SP205, Via Monte Bianco, Via de Filippo e Via Casamatta. Via Circonvallazione rappresenta il tratto urbano della SP205 e si presenta a singola carreggiata con una corsia per senso di direzione, dotata in alcuni punti di impianto di pubblica illuminazione e di marciapiede.

Figura 3.4 – Via Circonvallazione – ortofoto

Figura 3.5 – Via Circonvallazione

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Via Santa Teresa

L'asse viario trae origine dall'intersezione a raso con Via Circonvallazione e Via Cascina Giuditta e termina a sud in corrispondenza dell'intersezione a raso con Via Roma e Via Fratelli Cervi. Di lunghezza limitata, la strada si presenta a unica carreggiata con una corsia per direzione di marcia e dotata di impianto di illuminazione pubblica, di marciapiede e di stalli in linea per la sosta.

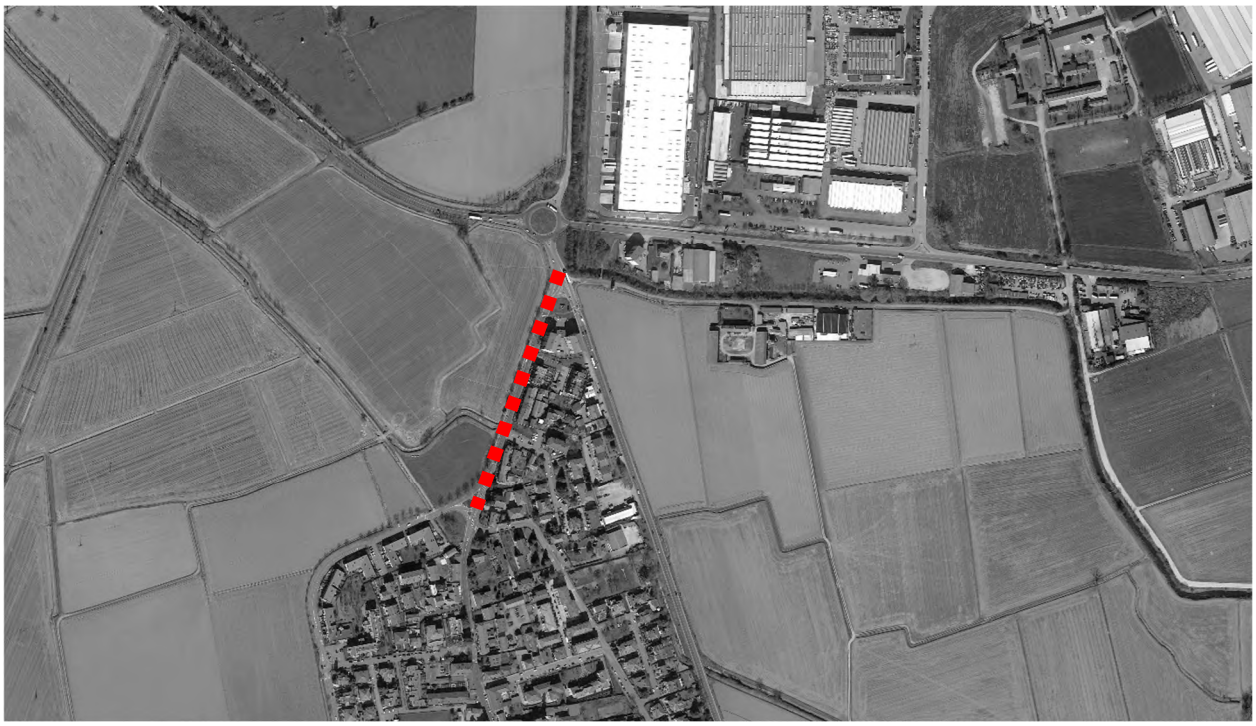


Figura 3.6 – Via Santa Teresa – ortofoto

Figura 3.7 – Via Santa Teresa

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Via Adamello

L'asse stradale senza uscita trae origine dall'intersezione a raso con Via Circonvallazione e Via Bergamo. Di limitata lunghezza, Via Adamello si presenta ad unica carreggiata con due corsie, una per senso di marcia, e dotata di impianto di illuminazione pubblica e di marciapiede nella parte iniziale.

Figura 3.8 – Via Adamello – ortofoto

Figura 3.9 – Via Adamello

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Via Monte Bianco

L'asse viario senza uscita trae origine dall'intersezione a rotatoria tra la SP205, Via Circonvallazione, Via de Filippo e Via Casamatta. Dotata di impianto di pubblica illuminazione, la strada si presenta ad unica carreggiata con due corsie, una per direzione di marcia.

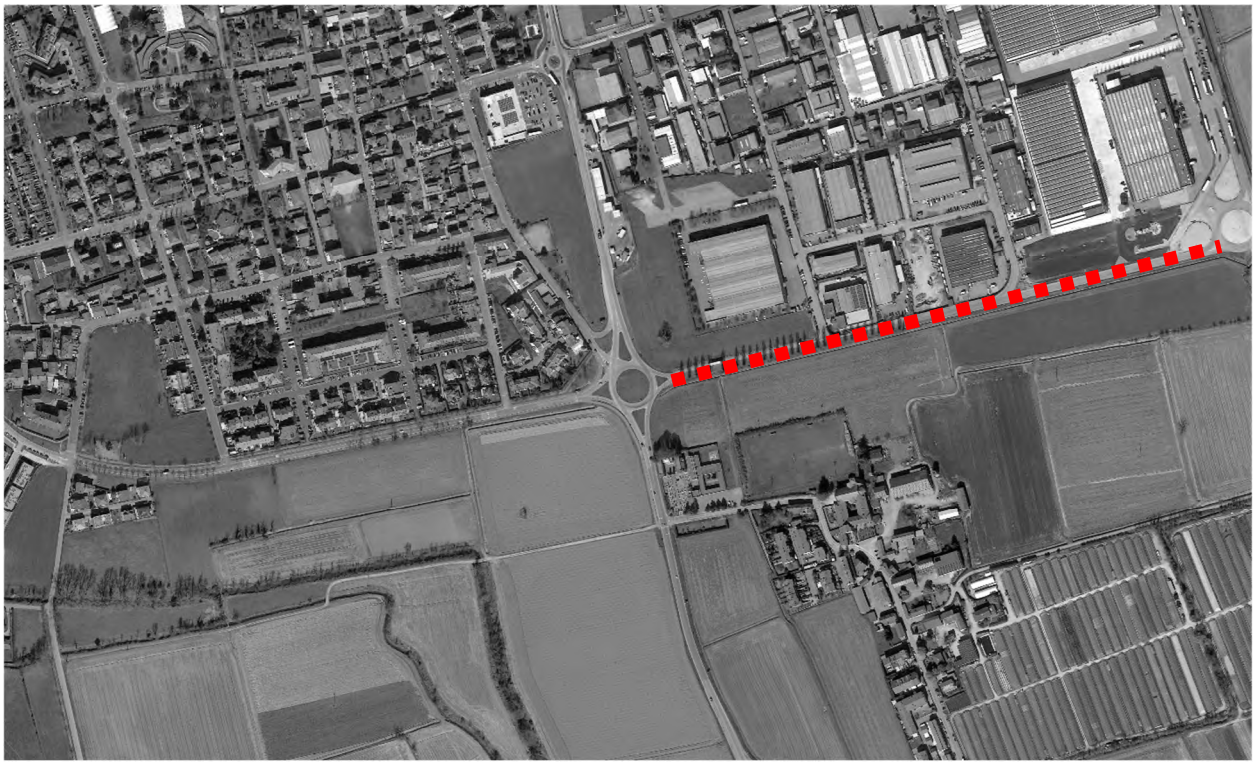


Figura 3.10 – Via Monte Bianco – ortofoto

Figura 3.11 – Via Monte Bianco

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Via de Filippo

L'asse viario trae origine dall'intersezione a rotatoria con SP205, Via Circonvallazione, Via Monte Bianco e Via Casamatta e termina ad ovest in corrispondenza dell'intersezione a raso con Via Borsellino e Via Vitale. Via de Filippo si presenta a singola carreggiata con una corsia per direzione di marcia e dotata di impianto di pubblica illuminazione e di marciapiede ambo i lati.

Figura 3.12 – Via de Filippo – ortofoto

Figura 3.13 – Via de Filippo

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

3.2 INTERSEZIONI LIMITROFE E ACCESSI ALL'AREA

In questo paragrafo vengono brevemente descritte le intersezioni più significative prossime alle aree oggetto di intervento, come evidenziato nella figura di seguito riportata:

1. *Intersezione a raso tra SP40 e Via Lombardia;*
2. *Intersezione a rotatoria tra SP40, Via Circonvallazione e Lacchiarella;*
3. *Intersezione a raso tra Via Circonvallazione, Via Santa Teresa e Via Cascina Giuditta;*
4. *Intersezione a rotatoria tra Via Circonvallazione, Via Adamello e Via Bergamo;*
5. *Intersezione a rotatoria tra SP205, Via Circonvallazione, Via Monte Bianco, Via de Filippo e Via Casamatta.*

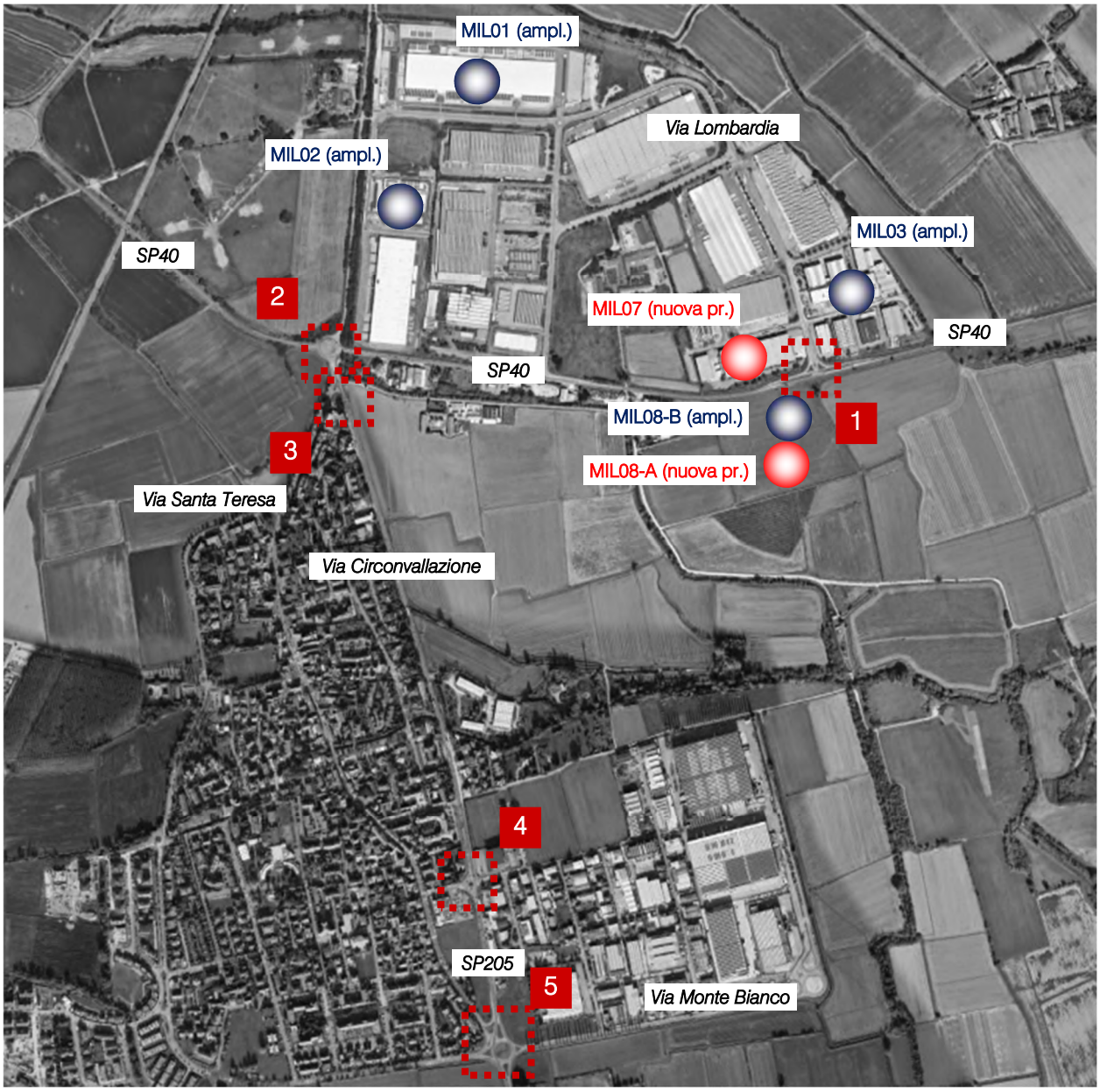


Figura 3.14 – Intersezioni attigue agli ambiti di intervento

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Intersezione 1: Intersezione a raso tra SP40 e Via Lombardia

Trattasi di un'intersezione a raso in cui SP40 rappresenta la direttrice principale mentre Via Lombardia ne rappresenta la direttrice secondaria. Il nodo risulta dotato di impianto di illuminazione pubblica e di corsie specializzate di accumulo per la svolta in sinistra lungo la SP40.

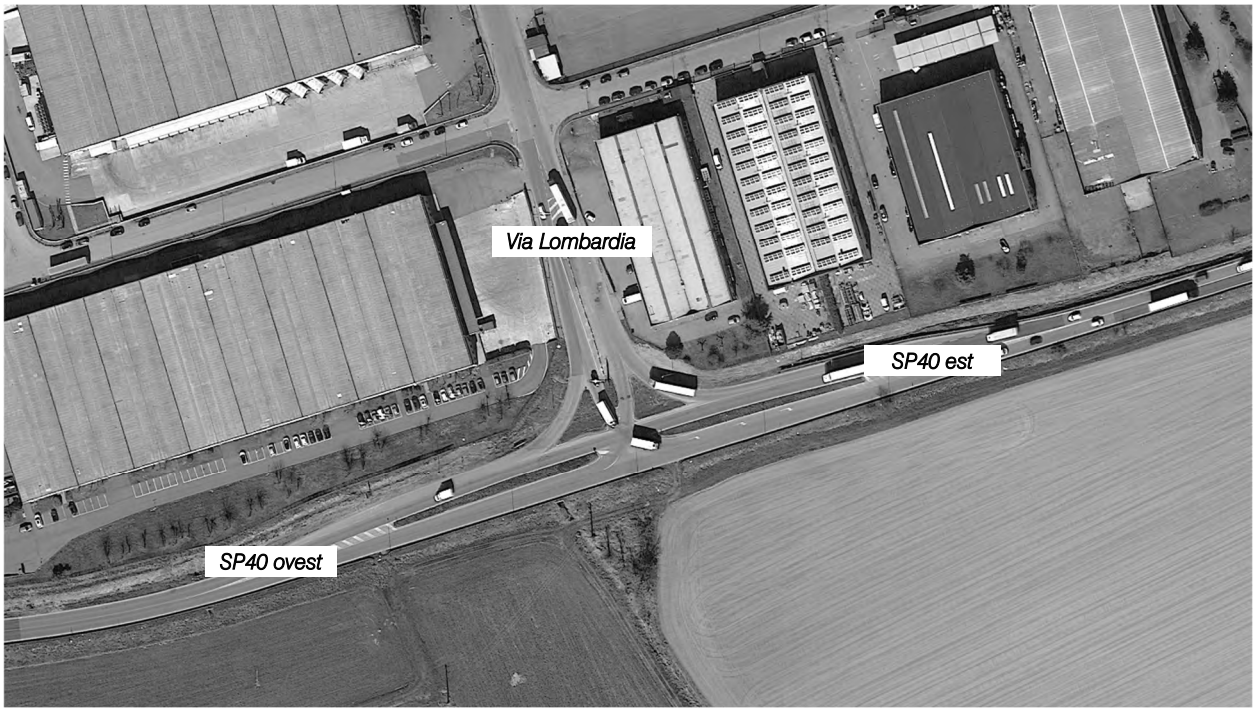


Figura 3.15 – Intersezione 1 – ortofoto

Figura 3.16 – Intersezione 1

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Intersezione 2: Intersezione a rotatoria tra SP40, Via Circonvallazione e Lacchiarella

Trattasi di un'intersezione a rotatoria a quattro rami la cui direttrice principale è rappresentata da SP40 mentre Via Circonvallazione e Lacchiarella rappresentano le direttrici secondarie. Si osserva che Via Circonvallazione presenta due corsie in ingresso e una corsia in uscita, mentre gli altri rami presentano una corsia in ingresso e una corsia in uscita. Il nodo risulta dotato di pubblica illuminazione.

Figura 3.17 – Intersezione 2 – ortofoto

Figura 3.18 – Intersezione 2

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Intersezione 3: Intersezione a raso tra Via Circonvallazione, Via Santa Teresa e Via Cascina Giuditta

È un'intersezione a raso tra la direttrice principale rappresentata da Via Circonvallazione e le direttrici secondarie rappresentate da Via Santa Teresa e Via Cascina Giuditta (strada a senso unico verso il nodo). Si osserva che l'immissione da Via Cascina Giuditta alla strada principale avviene mediante manovra di svolta in destra; è inoltre inibita la manovra di svolta a sinistra da Via Circonvallazione a Via Santa Teresa. Da Via Santa Teresa, infine, è possibile uscire in destra e in sinistra per mezzo di apposite corsie di preselezione. Il nodo risulta dotato di impianto di illuminazione pubblica e di attraversamenti pedonali lungo Via Circonvallazione sud e Via Santa Teresa.

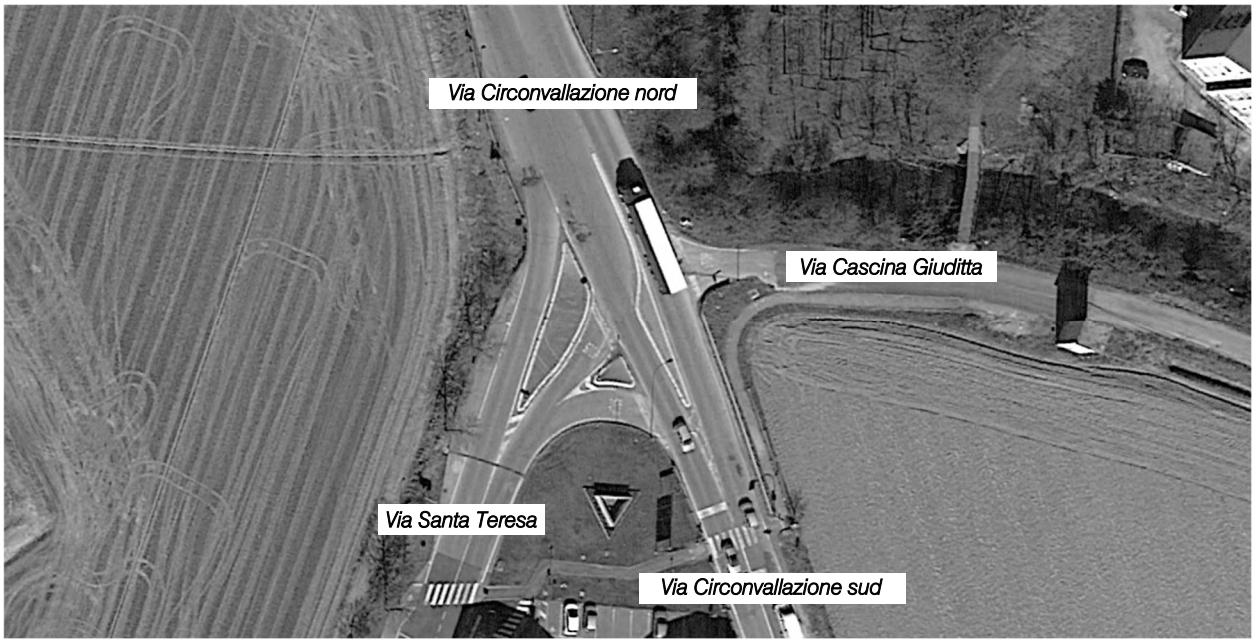


Figura 3.19 – Intersezione 3 – ortofoto

Figura 3.20 – Intersezione 3

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Intersezione 4: Intersezione a rotatoria tra Via Circonvallazione, Via Adamello e Via Bergamo

Trattasi di un'intersezione a rotatoria a quattro rami in cui la direttrice principale è rappresentata da Via Circonvallazione mentre la direttrice secondaria è rappresentata da Via Adamello e Via Bergamo. Il nodo risulta caratterizzato da una corsia in ingresso e una corsia in uscita per tutti i rami; dotato di impianto di illuminazione pubblica e di attraversamenti pedonali lungo le direttrici secondarie.

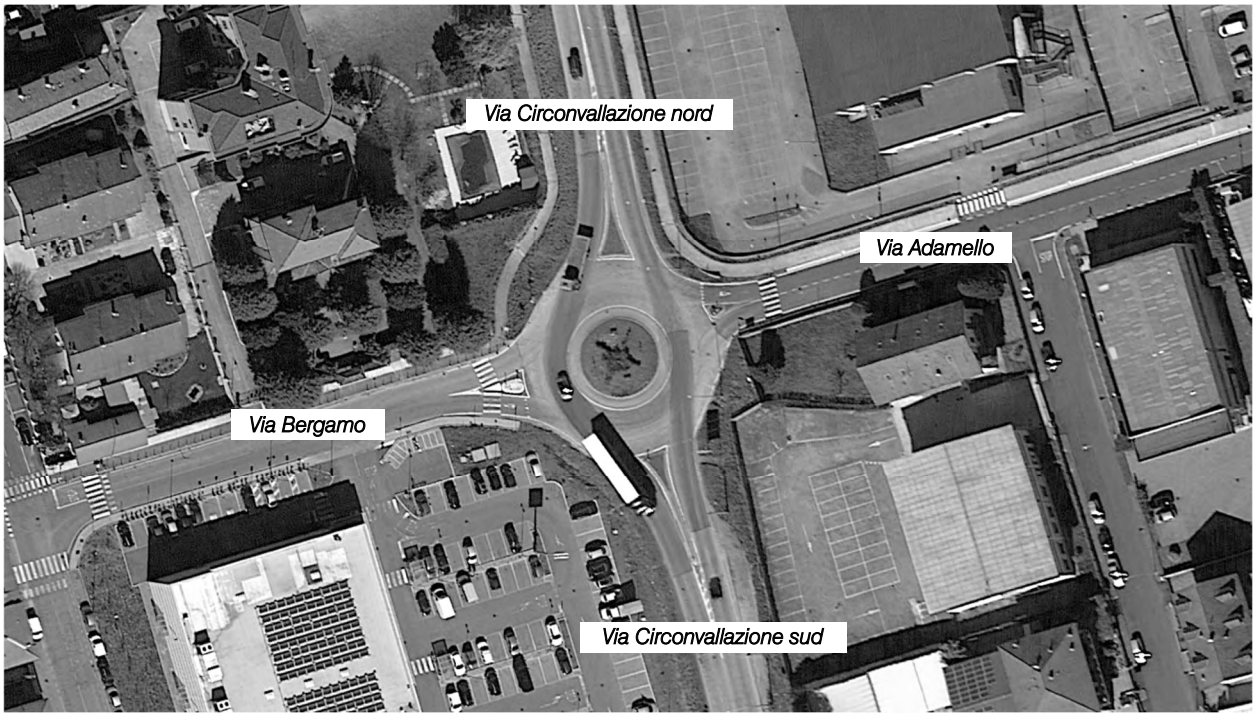


Figura 3.21 – Intersezione 4 – ortofoto

Figura 3.22 – Intersezione 4

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Intersezione 5: Intersezione a rotatoria tra SP205, Via Circonvallazione, Via Monte Bianco, Via de Filippo e Via Casamatta

Trattasi di un'intersezione a rotatoria a cinque rami tra le direttrici principali rappresentate da SP205 e Via Circonvallazione e le direttrici secondarie rappresentate da Via Monte Bianco, Via de Filippo e Via Casamatta. Tutti i rami presentano una corsia in ingresso e una corsia in uscita e si osserva la presenza di una corsia riservata alla manovra di svolta in destra da Via Circonvallazione nord a Via Casamatta e da questa a Via de Filippo. Il nodo risulta dotato di illuminazione pubblica e di attraversamento pedonale lungo Via de Filippo.

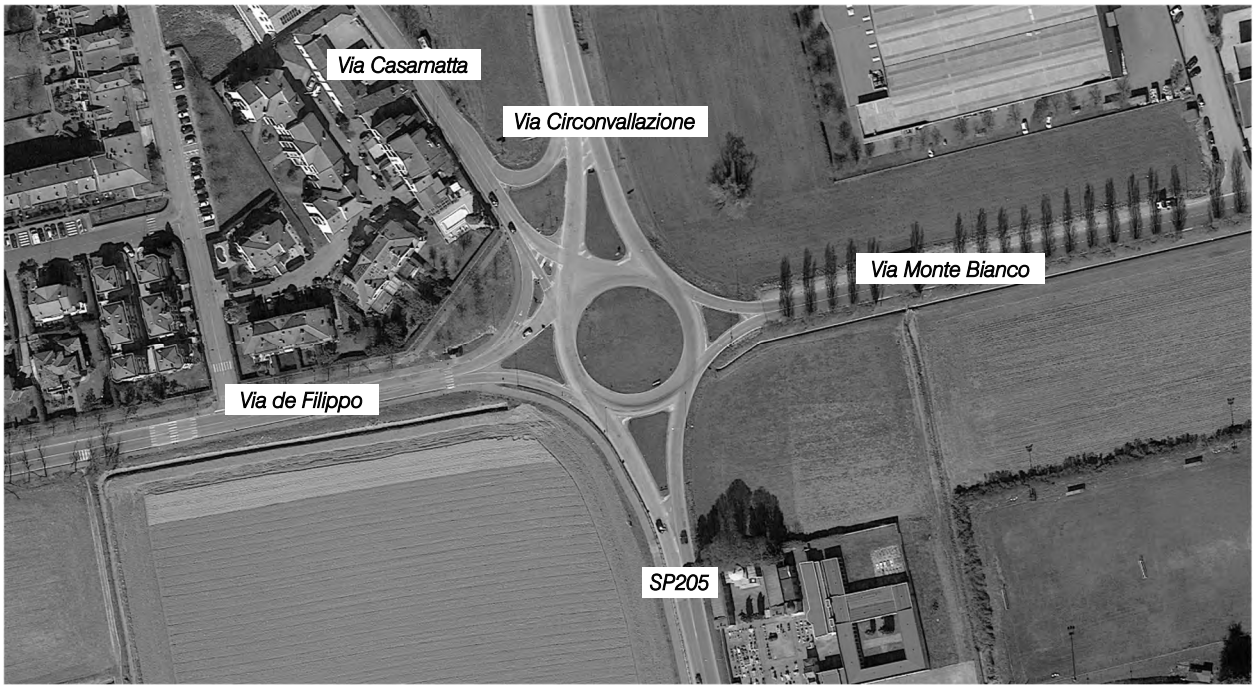


Figura 3.23 – Intersezione 5 – ortofoto

Figura 3.24 – Intersezione 5

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

3.3 CASELLI AUTOSTRADALI

L'ambito territoriale dove si insedieranno gli interventi si pone a breve distanza da tre infrastrutture ad elevata capacità veicolare, ovvero la A1 "Autostrada del Sole" accessibile dalla barriera di Milano Sud – Melegnano (circa 8 km), l'Autostrada A7 "Autostrada dei Giovi" accessibile dal casello di Binasco (circa 9 km) e la A50 "Tangenziale Ovest di Milano" accessibile dallo svincolo Val Tidone – Vigentina (circa 7 km).

L'accesso alla viabilità ad elevata percorrenza è raggiungibile tramite la SP40 e la SP412.

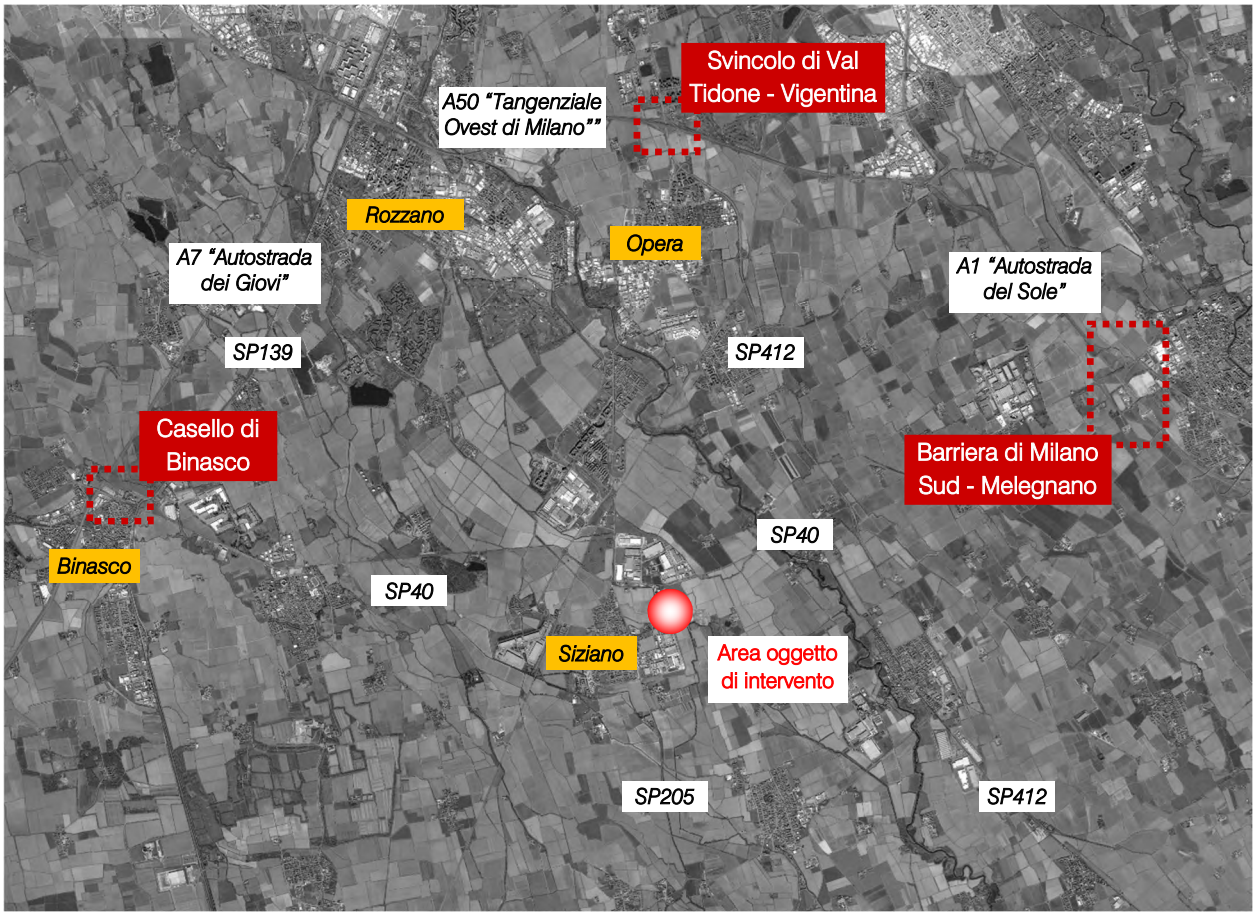


Figura 3.25 – Ortofoto caselli autostradali limitrofi all'area oggetto di intervento

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

4 DOMANDA DI TRAFFICO ATTUALE

Gli interventi oggetto del presente studio sono ubicati in Comune di Siziano (PV) lungo la SP40, connessi con la A1 "Autostrada del Sole" e la A7 "Autostrada dei Giovi" mediante la stessa strada provinciale.

La viabilità di afferenza ai lotti in questione risulta contraddistinta da una significativa quota di mobilità veicolare: la rete viaria è infatti interessata sia da flussi di penetrazione per gli utenti provenienti da fuori comune sia da mobilità locale in transito. Per questo motivo risulta di fondamentale importanza analizzare specificatamente le ricadute in termini di traffico originate dall'intervento di progetto.

Per descrivere, quindi, in modo completo ed accurato i flussi veicolari che contraddistinguono la rete viaria si è ricorsi ad una serie di rilievi automatici condotti lungo gli assi stradali caratterizzanti l'ambito di intervento. In aggiunta sono stati estrapolati anche i rilievi manuali nell'intervallo orario di punta rilevato in corrispondenza delle intersezioni limitrofe.

4.1 RILIEVI AUTOMATICI

Al fine di monitorare le principali caratteristiche del traffico - tipologie veicolari e flussi veicolari orari -, sono stati effettuati dei rilievi automatici lungo la viabilità di interesse. I rilievi, eseguiti mediante strumentazione radar, hanno permesso un monitoraggio continuativo in corrispondenza di due giornate infrasettimanali, periodo di punta per l'insediamento oggetto di analisi.

Le giornate di rilievo sono state pertanto:

- giovedì 24 febbraio 2022;
- venerdì 25 febbraio 2022.

L'indagine è stata condotta relativamente ai flussi di traffico per fasce orarie (00.00 – 24.00) divise per intervalli di 15 minuti.

Si precisa che la fase di misurazione dei flussi veicolari viene eseguita all'interno di un periodo dell'anno lavorativo/scolastico escludendo generalmente dall'attività di monitoraggio feste prestabilite ed eventi speciali (feste, mercati, manifestazioni sportive etc.).

I radar, dotati di propria alimentazione a batteria, sono stati ubicati esternamente alla carreggiata, senza arrecare alcun disturbo al normale deflusso veicolare, con angolazione rispetto all'asse stradale tale da permettere il corretto conteggio dei flussi veicolari.

Durante le operazioni di installazione si è provveduto infatti a calibrare la strumentazione variando l'angolo di inclinazione del radar parallelamente al piano viabile; grazie all'ausilio di un palmare si è potuto inoltre verificare, in tempo reale, l'effettivo conteggio dei veicoli e la loro lunghezza.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Figura 4.1 – Strumentazione radar utilizzata

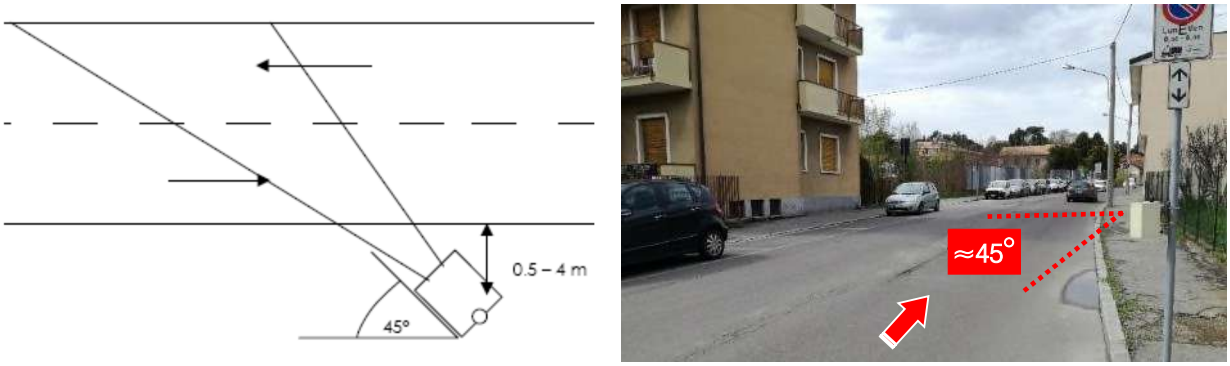


Figura 4.2 – Angolo di installazione dei radar rispetto alla direzione di marcia

I dati di traffico immagazzinati sono stati rielaborati mediante un apposito database distinguendoli per numero di postazione, direzione, giorno, classe veicolare e fascia oraria.

Per quanto concerne le tipologie veicolari utilizzate per le rielaborazioni i veicoli rilevati sono stati suddivisi, in base alla loro lunghezza (L) in 4 classi:

Tipologia veicolare	Lunghezza
Motocicli	0.0 m < L < 2.5 m
Auto	2.5 m ≤ L < 6.0 m
Commerciali leggeri	6.0 m ≤ L < 8.5 m
Mezzi pesanti	8.5 m ≤ L < 21.0 m

Tabella 4.1 – Suddivisione classi veicolari

I dati sono stati poi aggregati utilizzando come riferimento temporale il quarto d'ora ed omogeneizzati in termini di veicoli equivalenti utilizzando il coefficiente 0.5 per i motocicli, 1.0 per le autovetture, 1.5 per i commerciali leggeri e 2.0 per i mezzi pesanti.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Di seguito dopo un'illustrazione puntuale delle sezioni stabilite per il rilievo verranno brevemente sviluppate alcune osservazioni sui dati di traffico, riportati in dettaglio in allegato, in cui, per le giornate di giovedì 24 e venerdì 25 febbraio 2022, verranno specificati:

- dati generali accompagnati da documentazione fotografica;
- volumi di traffico con intervallo pari a 15';
- volumi di traffico orari;
- grafici finali.

Si propone una sintetica tabella riportante il numero dei radar e gli assi stradali lungo i quali sono stati collocati.

Numerazione radar	Corsie rilevate	Posizione
Radar 1	1	Via Monte Bianco dir. ovest
Radar 2	1	Via Monte Bianco dir. est
Radar 3	1	Via Adamello dir. ovest
Radar 4	1	Via Adamello dir. est
Radar 5	1	Via Circonvallazione dir. nord
Radar 6	1	Via Circonvallazione dir. sud
Radar 7	1	Via Santa Teresa dir. nord-est
Radar 8	1	Via Santa Teresa dir. sud-ovest
Radar 9	1	SP40 ovest dir. est
Radar 10	1	SP40 ovest dir. ovest
Radar 11	1	SP40 est dir. ovest
Radar 12	1	SP40 est dir. est

Tabella 4.2 – Specifica radar

In aggiunta si riporta la documentazione fotografica dei radar installati lungo la viabilità di afferenza, da cui si evince come le apparecchiature siano state posizionate esternamente alla sede stradale senza arrecare alcun disturbo al normale deflusso veicolare.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

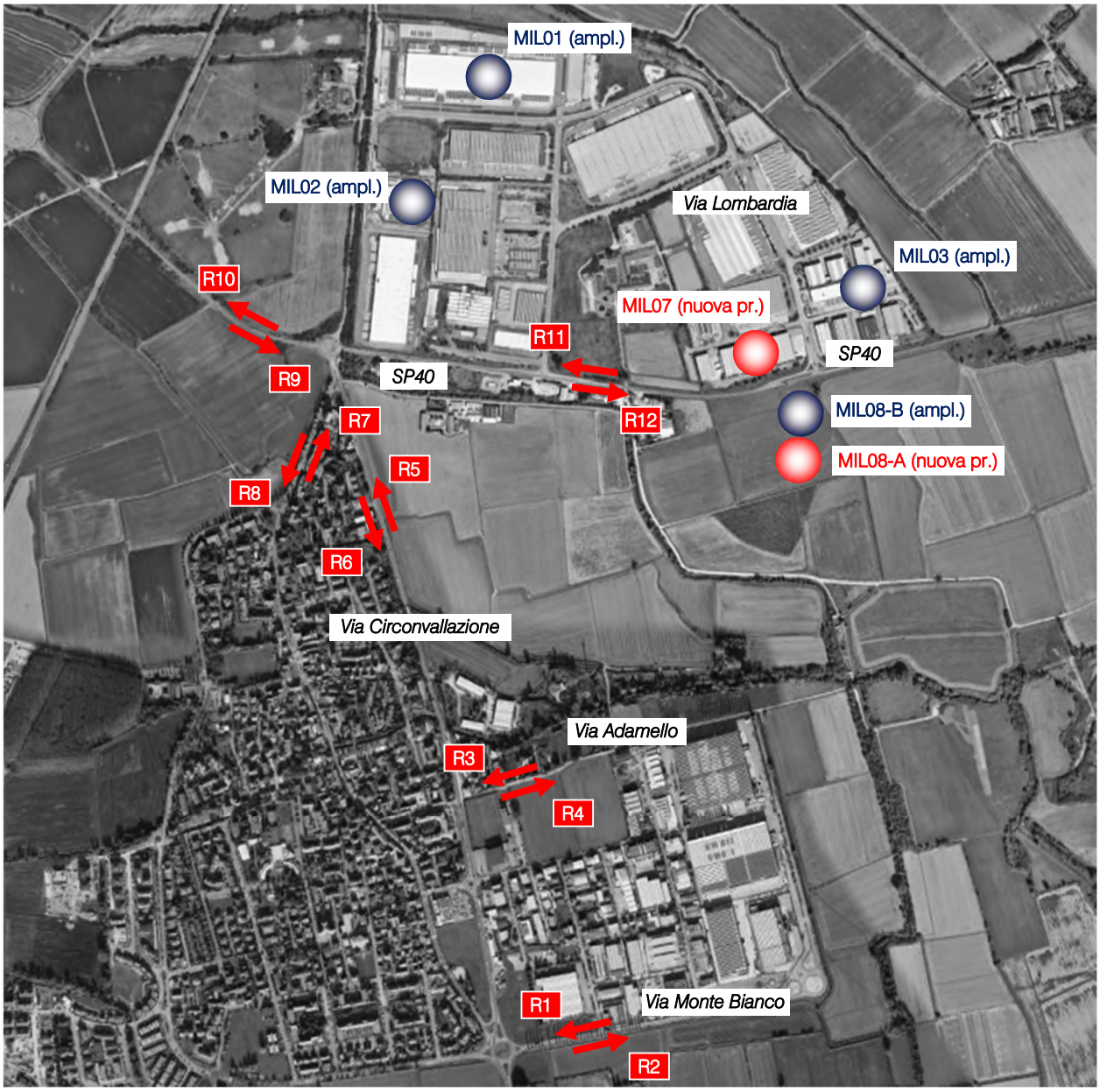


Figura 4.3 – Sezioni di rilievo tramite strumentazione radar

Figura 4.4 – Radar 1

Figura 4.5 – Radar 2

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Figura 4.6 – Radar 3

Figura 4.7 – Radar 4

Figura 4.8 – Radar 5

Figura 4.9 – Radar 6

Figura 4.10 – Radar 7

Figura 4.11 – Radar 8

Figura 4.12 – Radar 9

Figura 4.13 – Radar 10

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Figura 4.14 – Radar 11

Figura 4.15 – Radar 12

I flussi 00.00 – 24.00 nelle sezioni di indagine nei due giorni di rilievo sono riassunti nella tabella seguente.

SEZIONE	Giovedì 24.02.2022	Venerdì 25.02.2022
1	1.541	1.427
2	1.581	1.425
3	1.217	1.144
4	1.214	1.135
5	9.421	9.815
6	9.028	9.337
7	2.487	2.729
8	3.118	3.258
9	14.920	15.286
10	14.909	15.951
11	11.887	12.633
12	11.704	11.918
Totale	***83.027***	***86.058***

Tabella 4.3 – Veicoli equivalenti giornalieri 00.00 – 24.00

Globalmente, analizzando i dati ricavati dalle apparecchiature radar si osserva come le due giornate di rilievo siano caratterizzate da volumi di traffico simili; il giorno che ha registrato valori maggiori è il venerdì, mentre la giornata di giovedì ha flussi leggermente inferiori (3,5%).

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

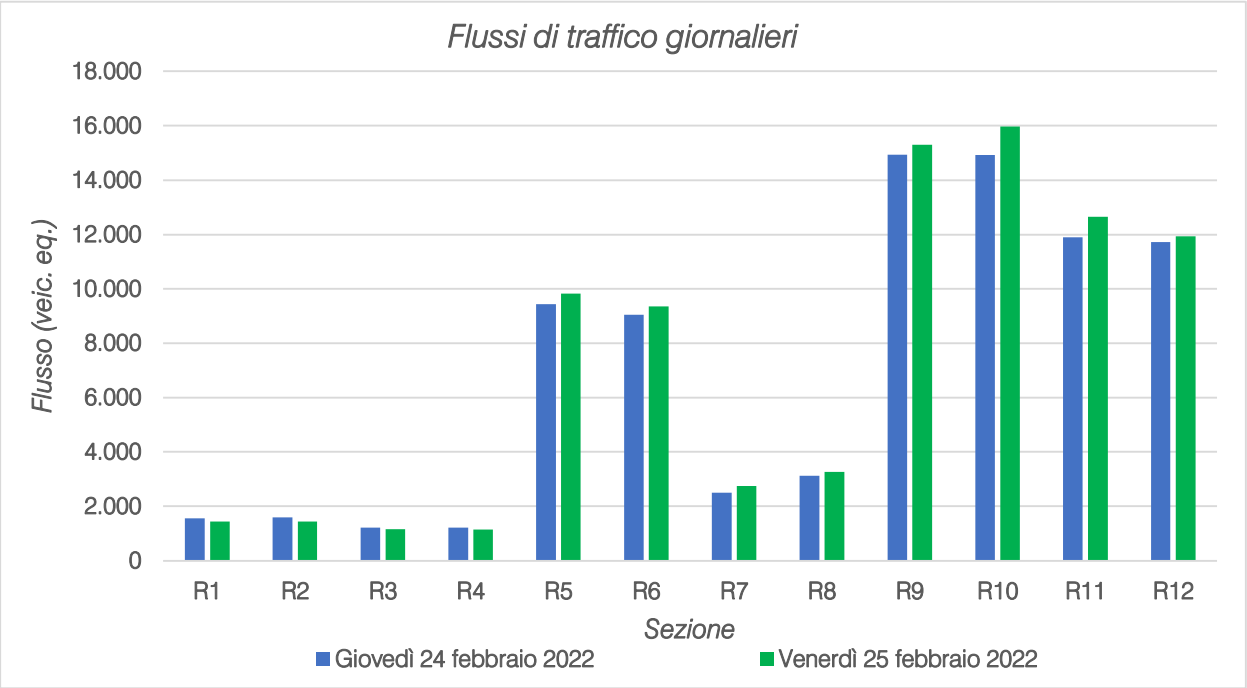


Figura 4.16 – Flussi di traffico giornalieri

Osservando l'istogramma, si può osservare come i radar delle sezioni 5, 6, 9, 10, 11 e 12 abbiano registrato i flussi giornalieri maggiori; tali sezioni si trovano infatti lungo Via Circonvallazione, che consente il collegamento tra le località a nord e a sud di Siziano, e la SP40, che consente gli spostamenti provenienti/diretti da/verso le località ad est e ad ovest del Comune e ai caselli autostradali.

Andando a valutare gli andamenti orari si nota come le due giornate di rilievo presentino andamenti molto simili. Sono evidenti i due picchi: al mattino nella fascia oraria 07.00 – 08.00 e alla sera nella fascia oraria 17.00 – 18.00. Prendendo a riferimento la giornata del giovedì, contraddistinta da volumi di traffico maggiori nell'ora di punta, l'ora di punta della sera si ha dalle 17.00 alle 18.00.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

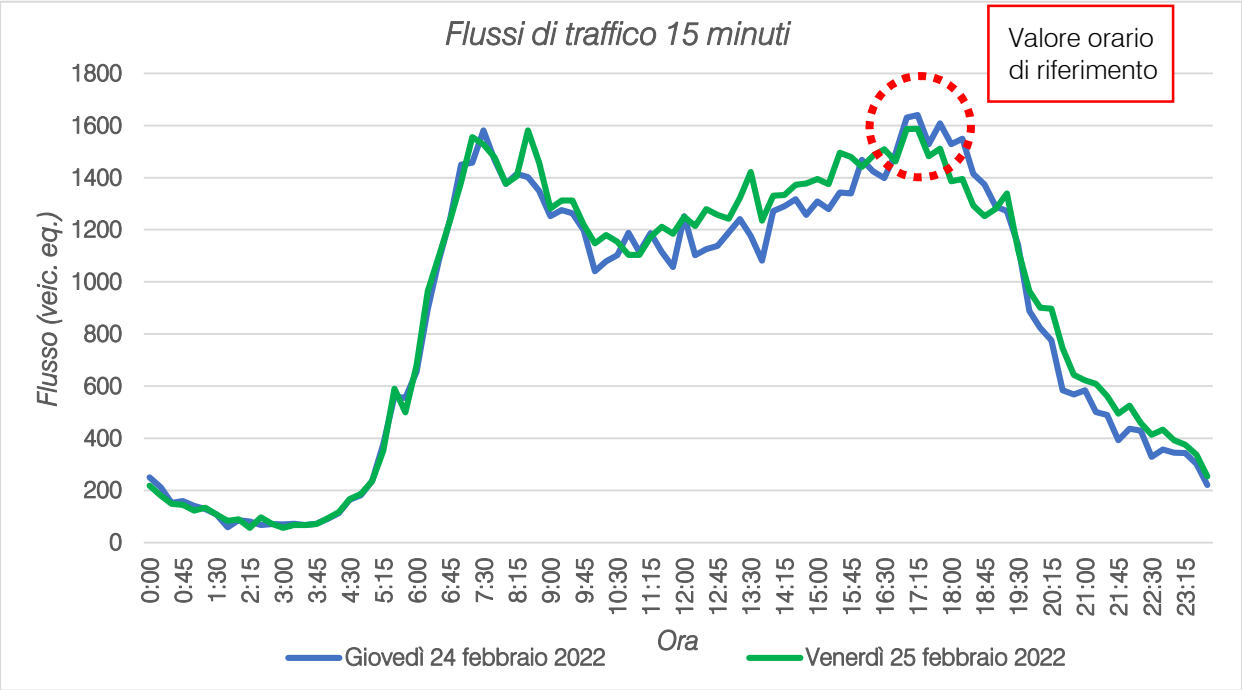


Figura 4.17 – Confronto andamento volumi di traffico

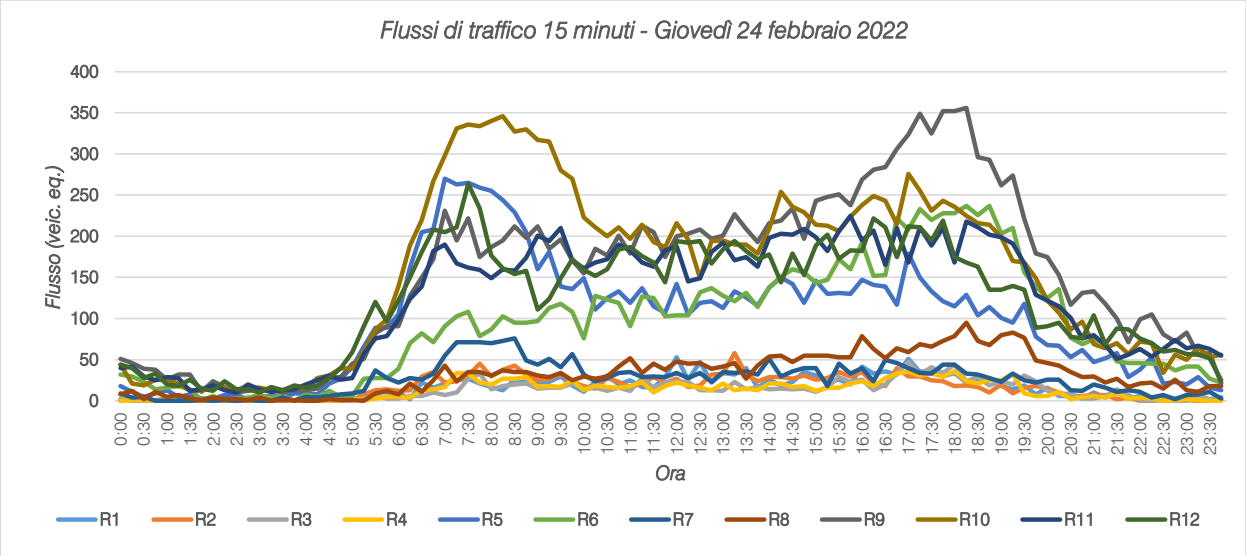


Figura 4.18 – Andamento volumi di traffico per sezione – giovedì 24.02.2022

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

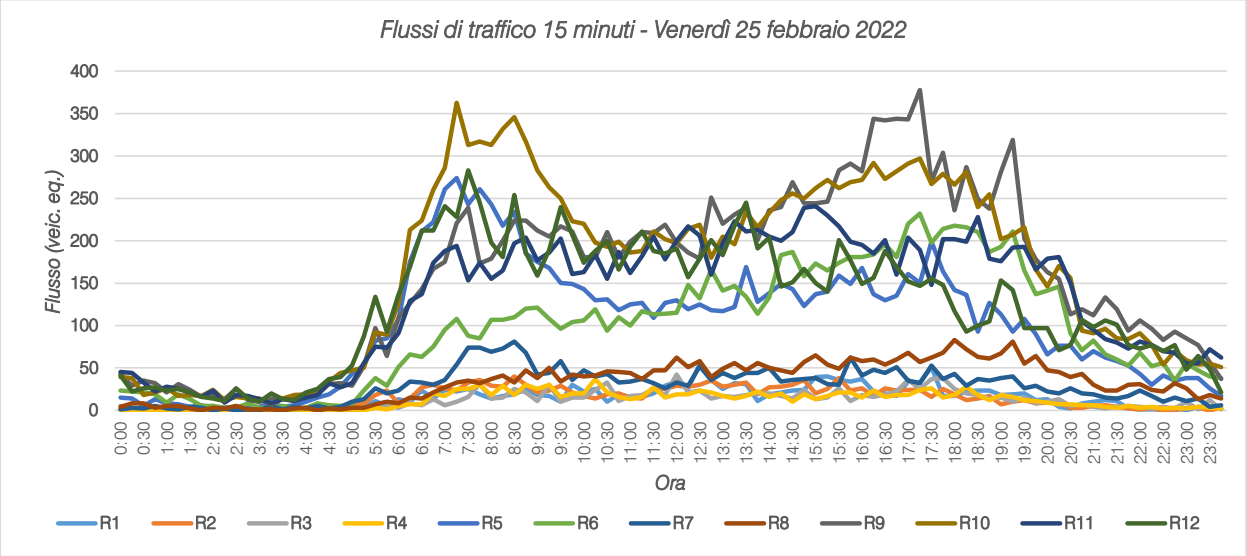


Figura 4.19 – Andamento volumi di traffico per sezione – venerdì 25.02.2022

4.2 RILIEVI MANUALI

Oltre ai rilievi automatici che hanno evidenziato le ore di punta caratterizzanti l'area, sono stati eseguiti anche dei rilievi manuali in corrispondenza delle principali intersezioni attigue all'area di intervento:

1. *Intersezione a raso tra SP40 e Via Lombardia;*
2. *Intersezione a rotatoria tra SP40, Via Circonvallazione e Lacchiarella;*
3. *Intersezione a raso tra Via Circonvallazione, Via Santa Teresa e Via Cascina Giuditta;*
4. *Intersezione a rotatoria tra Via Circonvallazione, Via Adamello e Via Bergamo;*
5. *Intersezione a rotatoria tra SP205, Via Circonvallazione, Via Monte Bianco, Via de Filippo e Via Casamatta.*

I rilievi sono stati estrapolati in riferimento alla giornata di giovedì 24 febbraio 2022 nell'intervallo critico della sera: 17.00 – 18.00.

Ogni corrente di traffico interessante le singole intersezioni è stata monitorata da vari operatori compilando appositi moduli di rilevamento sui quali sono stati annotati i passaggi dei veicoli distinti per classe veicolare e per orario.

Negli allegati, per ciascuna intersezione, si riportano per l'ora di punta del sistema:

- uno schema delle manovre e la tabella relativa in riferimento all'intervallo temporale 17.00 – 18.00;
- le matrici O/D in veicoli totali ed equivalenti dell'intersezione in riferimento all'ora di punta.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

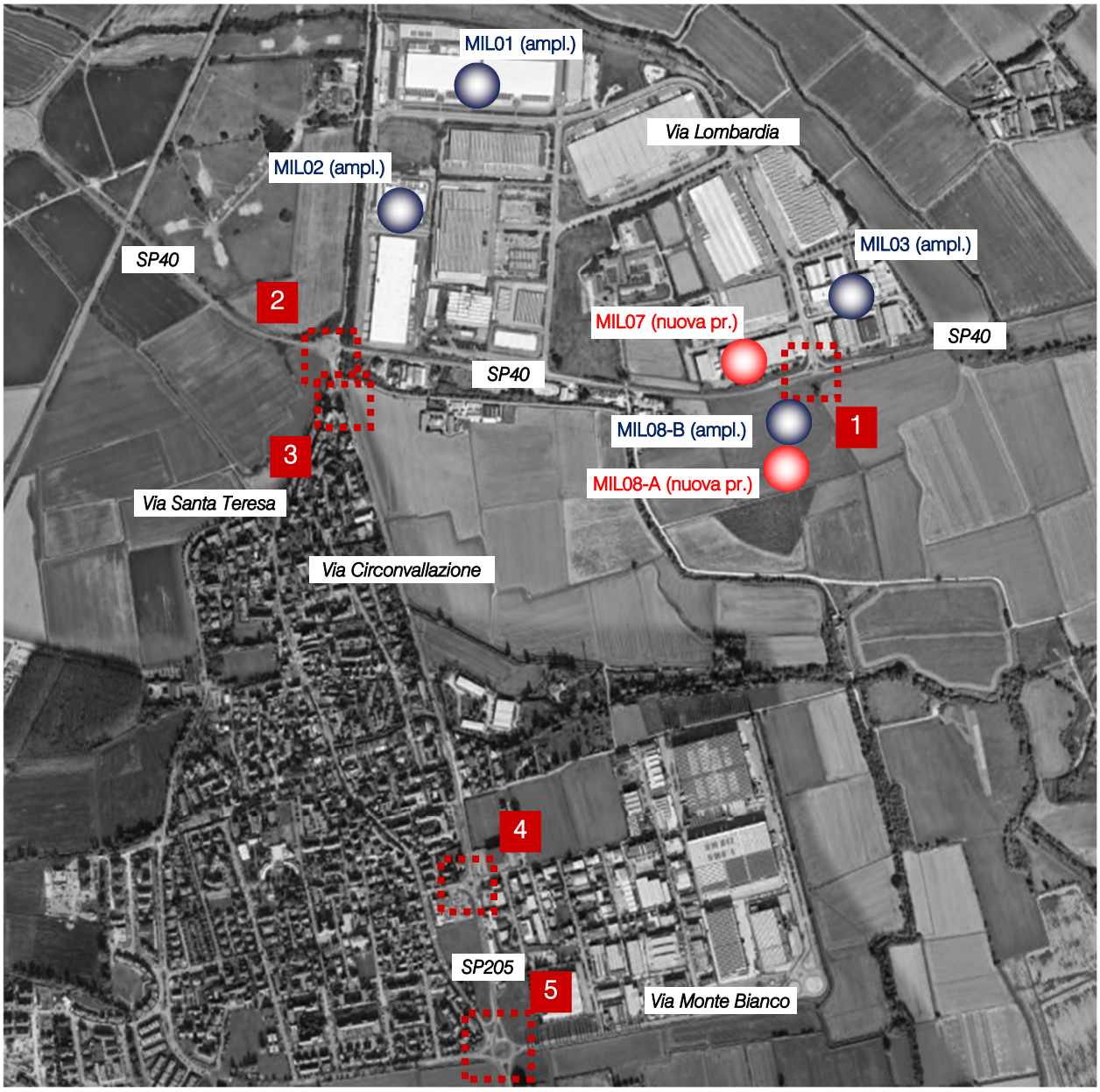


Figura 4.20 – Intersezioni rilevate

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

5 SCENARIO FUTURO

5.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

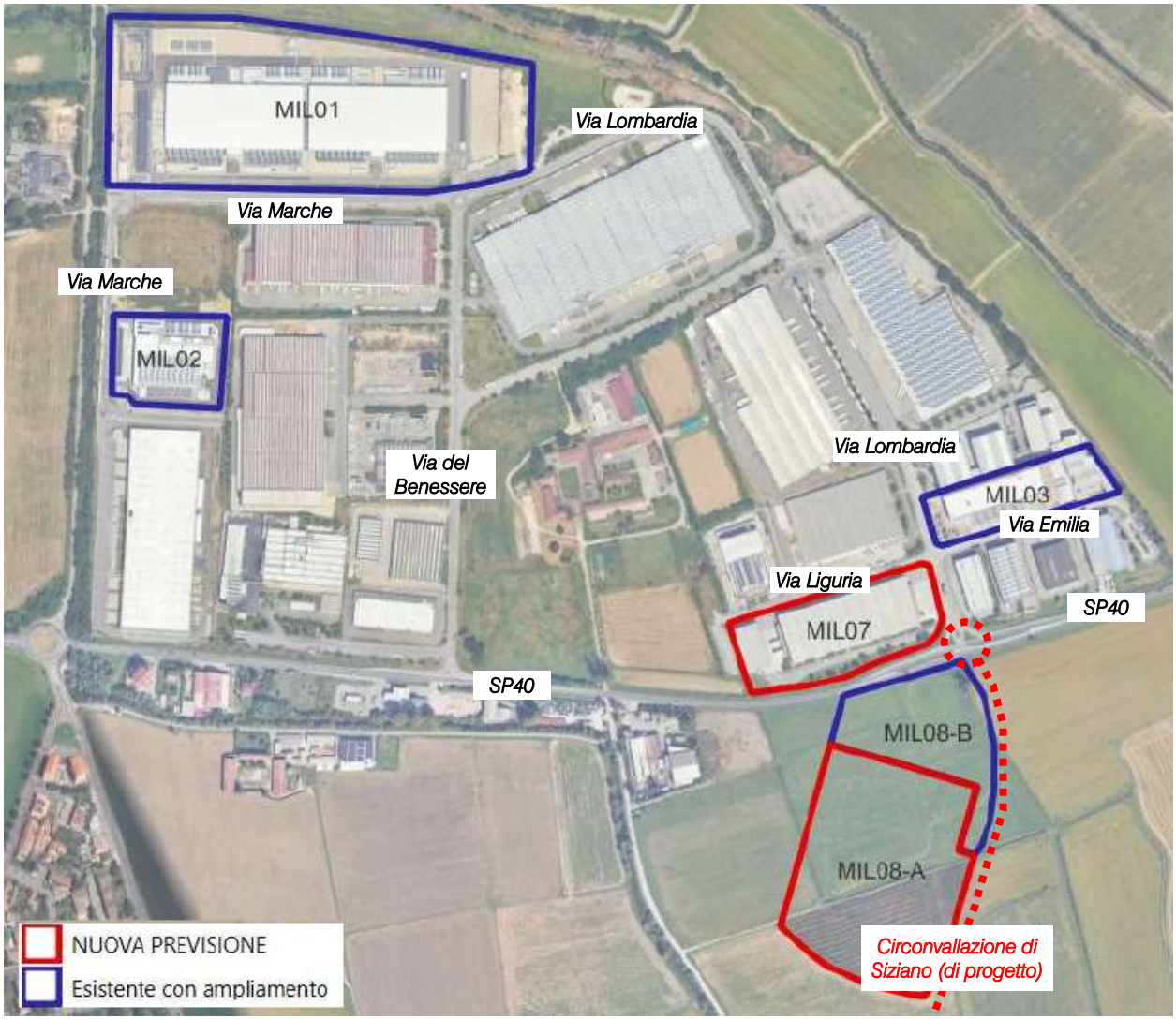


Figura 5.1 – Localizzazione lotti di progetto

Il progetto è suddiviso su 6 lotti:

- MIL01 – ampliamento di sito attualmente costituito dalle unità operative denominate MIL01A, MIL01B e MIL01C, già autorizzate anche in virtù di una procedura di esclusione di VIA conclusasi positivamente nel 2021 (prot. MATTM_DEC_2021-0000426 del 08/11/2021);
- MIL02 – ampliamento di sito realizzato nell'ambito del completamento della Convenzione urbanistica sviluppata da Siziano Logistic Park in una area ubicata in Via Marche, attualmente operativo;
- MIL03 – ampliamento di sito realizzato dal recupero edilizio di un immobile esistente ubicato in Lombardia all'interno del Polo Logistico Siziano Nord, attualmente operativo;

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

- MIL07 – riqualificazione tramite demolizione ricostruzione di immobile esistente sul lato ovest dell'ingresso del Polo Logistico Siziano nord in Via Lombardia;
- MIL08-A – nuova realizzazione su area inedificata posta a sud della SP40 e convenzionata nell'Ambito ATC-PL1 del Comune di Siziano;
- MIL08-B – ampliamento su area a sud della SP40, in corso di realizzazione.

Il progetto prevede altresì la realizzazione delle seguenti opere pubbliche di urbanizzazione primaria:

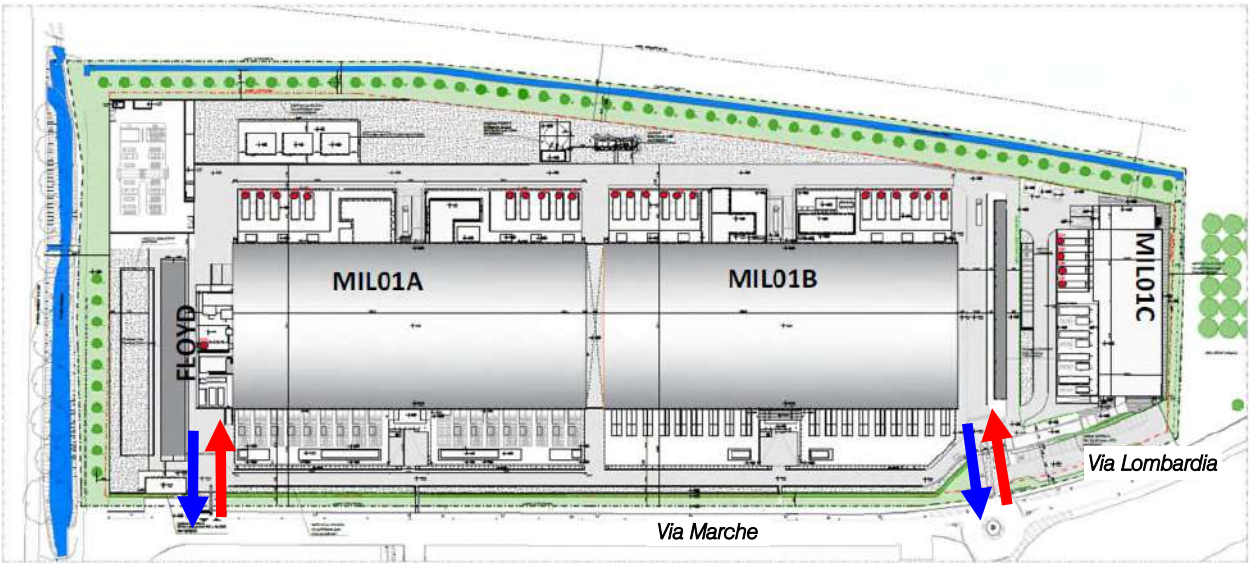
- realizzazione della circonvallazione di Siziano che lambisce il confine orientale degli ambiti MIL08-A e MIL08-B, di collegamento tra la SP40 e il polo artigianale di Cantalupo;
- realizzazione della rotatoria all'incrocio tra la suddetta strada di circonvallazione e la SP40.

5.2 ACCESSIBILITÀ DEGLI INTERVENTI PREVISTI

I lotti posti a nord della SP40 sono collegati alla strada provinciale attraverso Via del Benessere (solo manovre in destra) e Via Lombardia (rotatoria e Circonvallazione di progetto). La viabilità a nord della SP40 (Via Lombardia, Via Liguria, Via Emilia, Via Marche e Via del Benessere) è ad accesso limitato, regolato con sbarre sia in ingresso che in uscita.

<u>Lotto MIL01</u>

Il lotto MIL01 è accessibile da Via Marche attraverso due varchi.



Ingresso/uscita auto, van e mezzi pesanti

Figura 5.2 – Accesso lotto MIL01

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Lotto MIL02

Il lotto MIL02 è accessibile da Via Marche attraverso 4 varchi, di cui due danno accesso a un parcheggio auto pubblico, uno è dedicato alla sosta interna per le auto e uno dà accesso al piazzale dedicato ai mezzi.

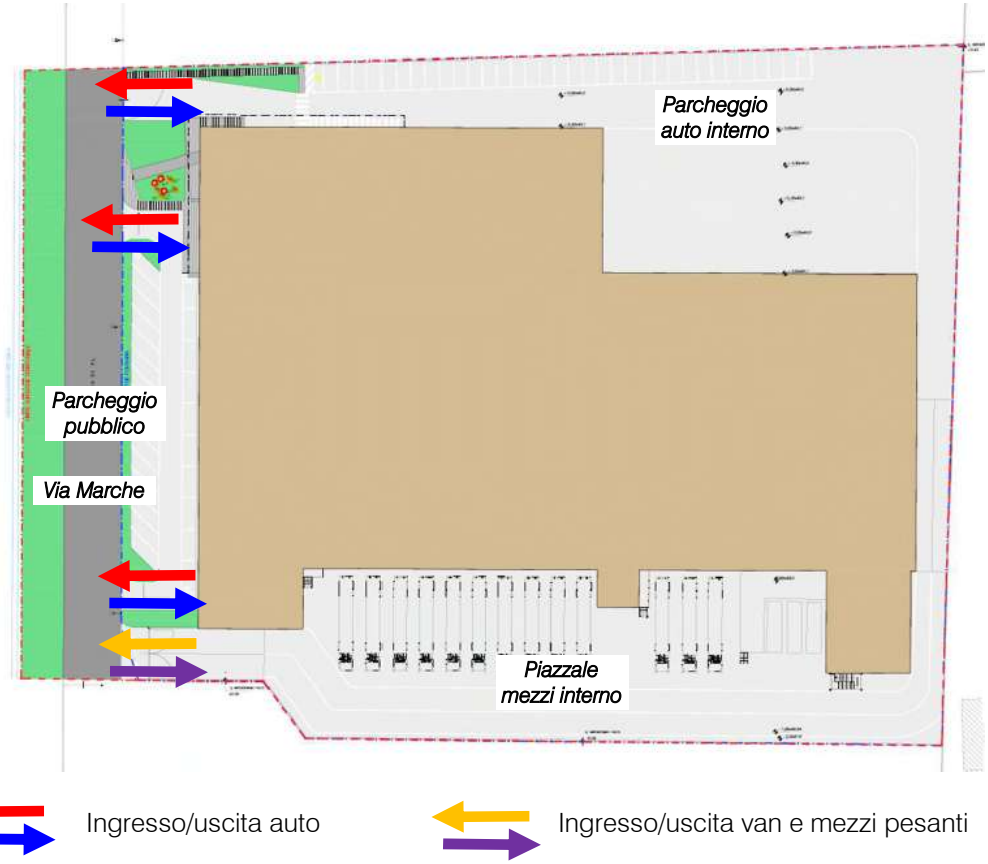


Figura 5.3 – Accesso lotto MIL02

Lotto MIL03

Il lotto MIL03 è accessibile da Via Lombardia attraverso due varchi.

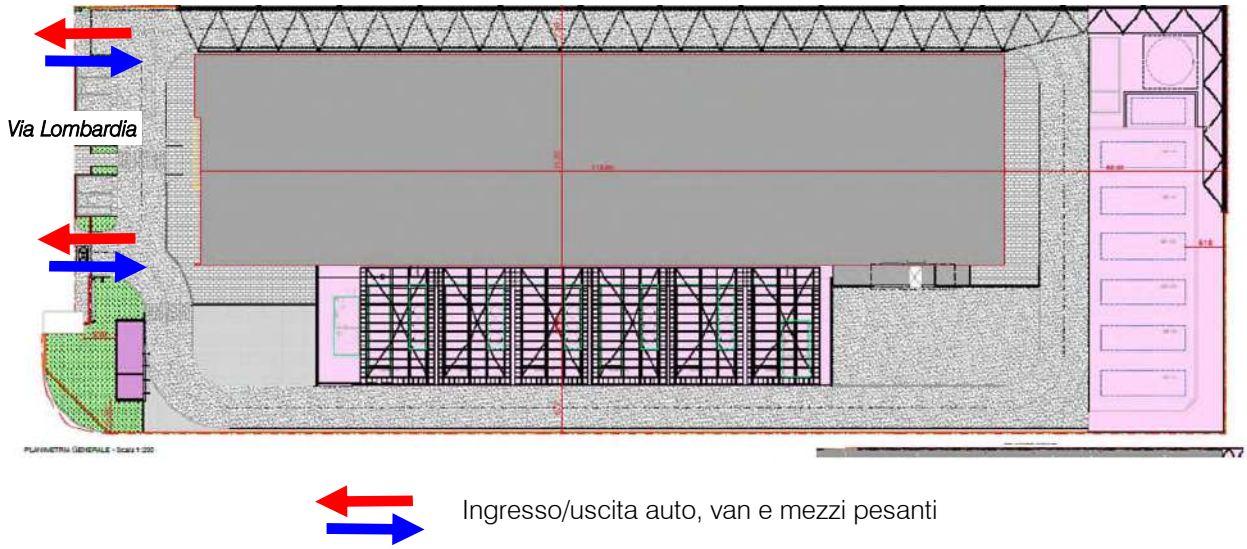
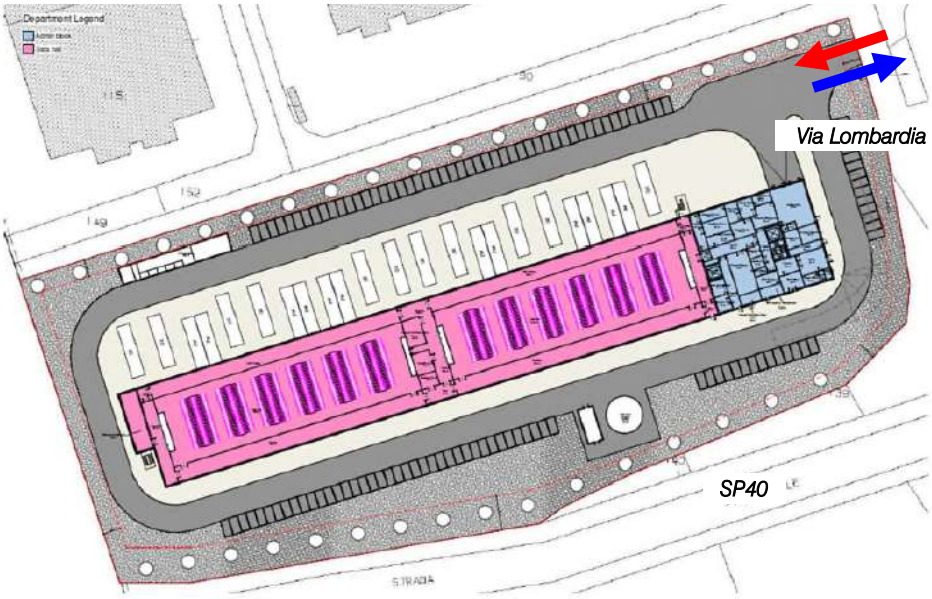


Figura 5.4 – Accesso lotto MIL03

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Lotto MIL07

Il lotto MIL07 è accessibile da Via Lombardia attraverso un unico varco.

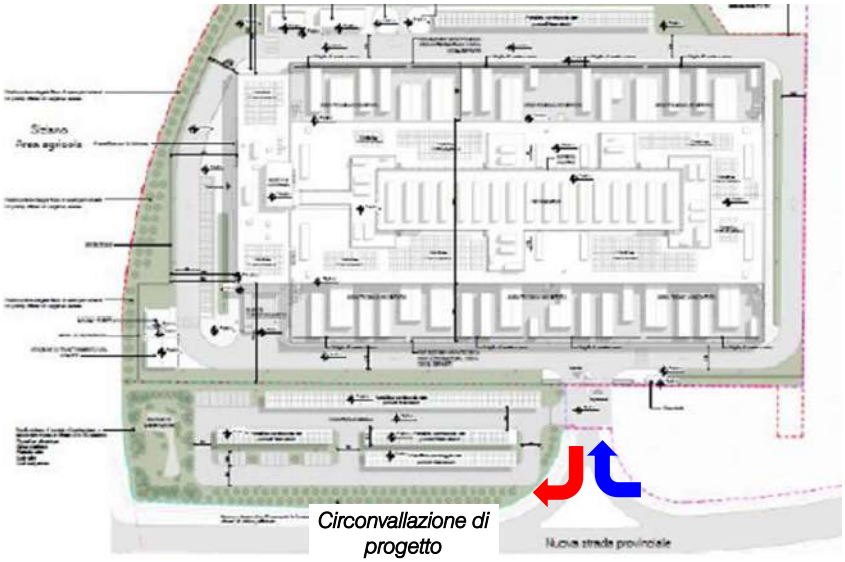


Ingresso/uscita auto, van e mezzi pesanti

Figura 5.5 – Accesso lotto MIL07

Lotto MIL08-A

Il lotto MIL08-A sarà accessibile dalla futura circonvallazione attraverso corsie di accelerazione e decelerazione con obbligo di svolta a destra per tutti i veicoli in ingresso e in uscita. Le altre manovre saranno consentite in modo indiretto grazie alla rotatoria di progetto presso la SP40 a nord e a quella esistente tra Via Brallo e Via Monte Bianco a sud.



Ingresso/uscita auto, van e mezzi pesanti

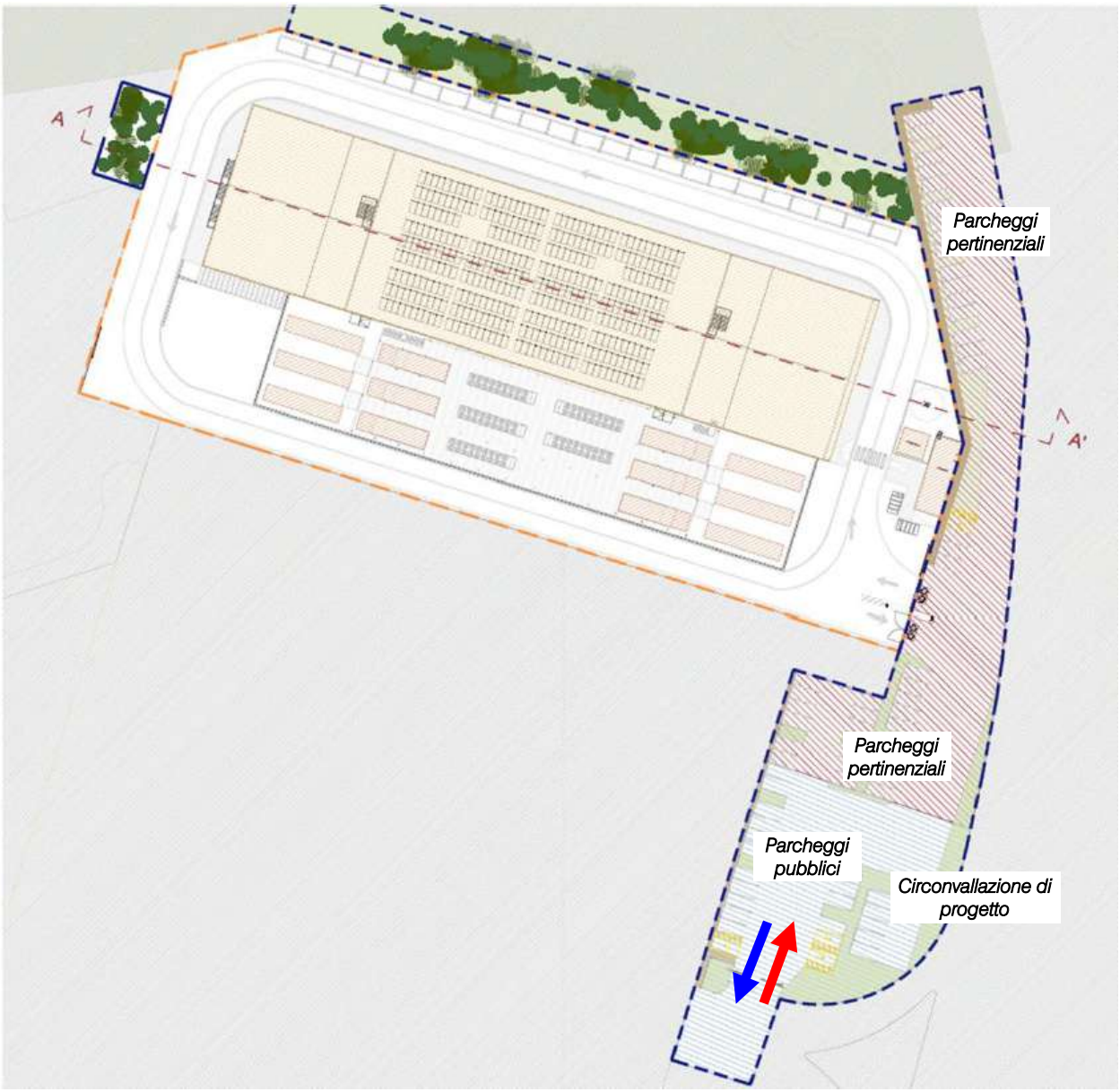
Figura 5.6 – Accesso lotto MIL08-A

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Lotto MIL08-B

Il lotto MIL08-B sarà accessibile dalla futura circonvallazione attraverso le corsie di accelerazione e decelerazione del lotto MIL08A, con obbligo di svolta a destra per tutti i veicoli in ingresso e in uscita. Le altre manovre saranno consentite in modo indiretto grazie alla rotatoria di progetto presso la SP40 a nord e a quella esistente tra Via Brallo e Via Monte Bianco a sud.

L'intervento comprende sia parcheggi pertinenziali che sosta ad uso pubblico.



Ingresso/uscita auto, van e mezzi pesanti

Figura 5.7 – Accesso lotto MIL08-B

Per i dettagli progettuali si rimanda agli elaborati contenuti nella pratica edilizia.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

5.3 FLUSSI DI TRAFFICO INDOTTI DAGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Al fine di determinare il reale impatto viabilistico prodotto dal futuro scenario, dopo aver ricostruito lo stato di fatto in termini di offerta e domanda di trasporto e descritto gli interventi di progetto, è necessario stimare i flussi veicolari in ingresso/uscita dai lotti in esame in aggiunta a quelli attualmente gravitanti sulla rete.

Obiettivo del presente studio è la valutazione dell'impatto viabilistico generato dall'insediamento dei data center che è possibile descrivere nelle sue caratteristiche generali ipotizzando una situazione di piena operatività, secondo le informazioni fornite dai Proponenti.

5.3.1 Veicoli commerciali

Sulla base dei dati forniti dai Committenti non sono previsti mezzi pesanti in fase di esercizio ordinario. In caso di manutenzioni straordinarie potrebbero essere impiegati sollevatori telescopici, piattaforme aeree o gru mobili.

5.3.2 Autoveicoli dipendenti

Nella fase di esercizio si stima la presenza di 200 addetti complessivi, dei quali 125 attuali e 75 nuovi, ripartiti nei 6 lotti secondo la seguente tabella.

Lotto	Addetti esistenti	Addetti nuovi	Totale addetti
MIL01 – ampliamento	50	25	75
MIL02 – ampliamento	25	0	25
MIL03 – ampliamento	25	0	25
MIL07 – nuova previsione	25	0	25
MIL08-A – nuova previsione	0	25	25
MIL08-B – ampliamento	0	25	25
Totale lotti	125	75	200

Tabella 5.1 – Stima addetti

Gli addetti sono suddivisi in 3 turni, con la seguente ripartizione:

- turno del mattino 40%;
- turno del pomeriggio 40%;
- turno notturno 20%.

Si ipotizza, cautelativamente, che nell'intervallo orario di punta del sistema (17.00 – 18.00) ricada l'ora di fine turno lavorativo del pomeriggio e quella di inizio del turno notturno. Considerando il tasso di occupazione per auto (100% solo conducente), si ha quindi la seguente distribuzione di indotti leggeri per l'ora di punta della sera e giornaliera in relazione ai nuovi addetti.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Indotti	IN – Veicoli attratti	OUT – Veicoli generati	TOT indotti
Giornalieri	75 veic. dipendenti	75 veic. dipendenti	150 veic. dipendenti
Hdp serale (17.00 – 18.00)	15 veic. dipendenti	30 veic. dipendenti	45 veic. dipendenti

Tabella 5.2 – Nuovi veicoli leggeri indotti giornalieri e nell'ora di punta

In maggior dettaglio, la seguente tabella indica i veicoli leggeri generati e attratti suddivisi per lotto.

Lotto	IN – Veicoli attratti	OUT – Veicoli generati	TOT indotti
MIL01	5 veic. dipendenti	5 veic. dipendenti	15 veic. dipendenti
MIL08A	5 veic. dipendenti	10 veic. dipendenti	15 veic. dipendenti
MIL08B	5 veic. dipendenti	10 veic. dipendenti	15 veic. dipendenti
Totale lotti	15 veic. dipendenti	30 veic. dipendenti	45 veic. dipendenti

Tabella 5.3 – Nuovi veicoli leggeri indotti nell'ora di punta suddivisi per lotto

5.4 FLUSSI DI TRAFFICO FUTURI

Per determinare i flussi di traffico futuri, ai flussi veicolari esistenti, caratterizzanti il sistema viario d'interesse, sono stati sommati i flussi indotti generati dall'intervento, secondo la nuova ripartizione del futuro assetto. Il flusso indotto viene quindi ripartito secondo le direzioni di provenienza attuali valutate sulla base della vicinanza dei poli attrattori rispetto all'area di analisi e della tipologia di utenza prevista oltre che dall'entità dei flussi attuali.

Per quanto riguarda la quota parte dell'utenza destinata agli uffici che utilizzerà mezzi di trasporto pubblico, cicli o motocicli, a scopo cautelativo si ritiene opportuno considerarla come utenza che utilizzerà la propria autovettura. Sempre a scopo cautelativo non sono stati calcolati e detratti gli attuali flussi indotti dall'attività presente nel lotto MIL07, che sarà sostituita da uno degli insediamenti previsti.

Nella figura seguente si riporta in planimetria la ripartizione percentuale degli indotti sulla viabilità di afferenza all'area in base anche alla modalità di accesso alla struttura proposta per gli indotti autovetture. In particolare, sulla base dei flussi veicolari rilevati allo stato di fatto e di considerazioni legate anche alla distribuzione della popolazione (bacino gravitazionale), si stima che:

- il 41% dell'utenza abbia origine – destinazione SP40 ovest;
- il 28% dell'utenza abbia origine – destinazione SP40 est;
- il 23% dell'utenza abbia origine – destinazione SP205;
- l'8% dell'utenza abbia origine – destinazione Via Santa Teresa.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

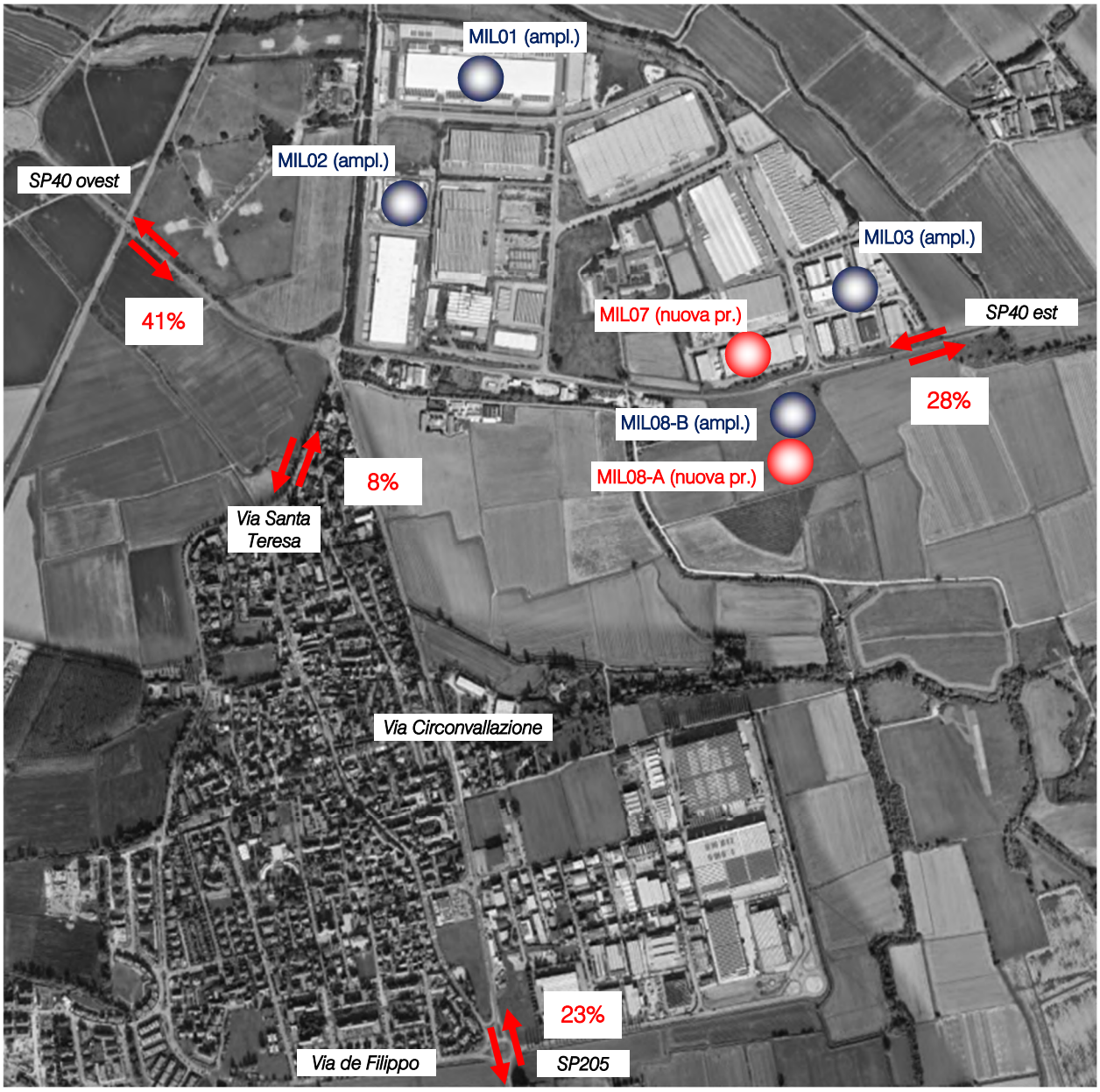


Figura 5.8 – Distribuzione indotti mezzi leggeri ambiti di progetto

La realizzazione del nuovo asse stradale fra la SP40 e Via Monte Bianco, quest'ultima connessa con la SP205 permetterà un facile collegamento fra gli assi a nord-est dell'abitato di Siziano, ovvero la SP40 e la SP412 rispettivamente verso la Barriera A1 di Milano Sud-Melegnano e lo Svincolo A50 di Val Tidone – Vigentina con l'asse della SP205 che si dirige verso lo svincolo della Tangenziale Est di Pavia dal centro di Siziano.

L'intervento prevede la realizzazione di una rotatoria fra la SP40, la nuova viabilità e Via Lombardia che consentirà agevoli manovre di svolta in destra ed in sinistra, mentre a sud dell'abitato di Siziano la rotatoria fra la SP205, Via Monte Bianco, Via Casamatta e Via de Filippo è già esistente.

SI considera quindi uno scenario di riferimento in cui i flussi attuali utilizzeranno la nuova strada, soprattutto per quanto riguarda i collegamenti nord-sud. Ipotizzando quindi uno spostamento del traffico transitante lungo la SP205 Via Circonvallazione sulla nuova strada secondo le manovre individuate al nodo 2, si può ipotizzare

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

che il 50% del flusso della relazione sud-est si sposterà sul nuovo percorso (125 veic. eq/h in direzione est-sud e 200 veic. eq/h in direzione sud-est). A tali valori andranno ovviamente sommati i veicoli equivalenti indotti per la determinazione dei flussi futuri.

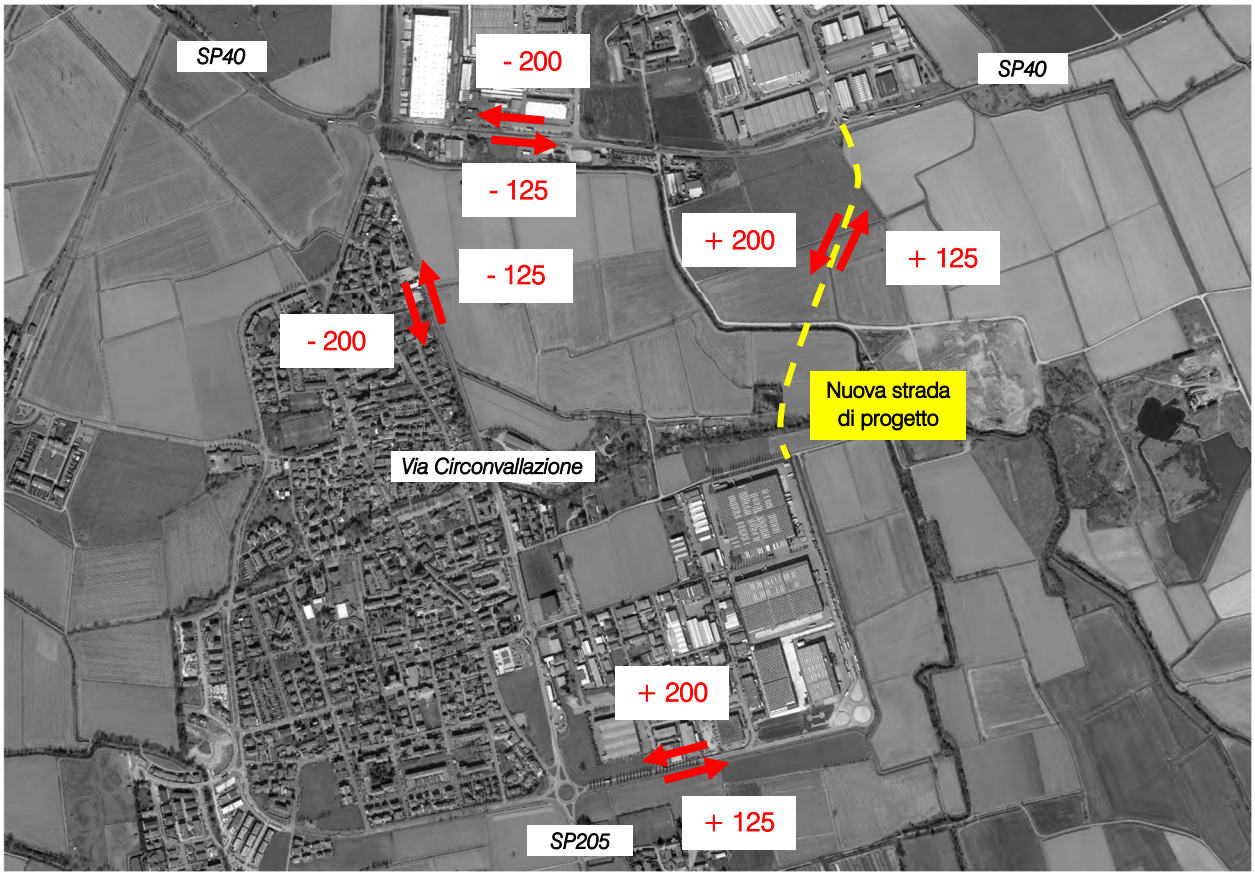


Figura 5.9 – Ripartizione dei flussi post realizzazione nuova strada

Si rimanda agli elaborati grafici in allegato per la specificazione dei volumi di traffico futuri espressi in veicoli equivalenti/ora. Nei capitoli successivi, invece, verranno descritte in dettaglio le verifiche funzionali della rete viaria nel suo complesso e dei nodi stradali della viabilità di afferenza.

5.5 IMPATTO DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

Per quanto riguarda le attività di cantiere, la fase di maggiore impatto sulla viabilità corrisponde a quella che comprende le demolizioni.

Sulla base del calcolo preliminare dei volumi di scavo (circa 100.000 mc), della durata della fase delle demolizioni (6 mesi) e del carico medio dei mezzi pesanti impiegati, si stimano necessari 54 viaggi al giorno per il conferimento dei rifiuti agli impianti (e altrettanti per il ritorno dei mezzi a vuoto), che corrispondono a 5 ingressi e 5 uscite ipotizzando 10 ore al giorno di attività di cantiere.

Poiché il traffico orario indotto dall'attività di cantiere (10 mezzi pesanti, corrispondenti a 20 veicoli equivalenti) risulta meno della metà di quello indotto nell'ora di punta dell'esercizio (45 autoveicoli, corrispondenti a 45 veicoli equivalenti) e comunque in orario non coincidente con l'ora di punta del sistema allo stato di fatto, la

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

verifica del suo impatto sulla viabilità attraverso uno specifico scenario di microsimulazione non risulta significativa; gli accertamenti dei livelli di servizio futuri, pertanto, riguarderanno lo scenario con i data center realizzati e pienamente operativi.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

6 LIVELLI DI SERVIZIO

6.1 DEFINIZIONI

La classificazione qualitativa della congestione è eseguita in genere secondo una scala di sei lettere (da A ad F) che rappresentano i diversi livelli di servizio (LOS), come definiti nel manuale statunitense – l'Highway Capacity Manual (HCM). Nell'ambito dell'ingegneria dei trasporti tali livelli sono utilizzati per descrivere l'entità di traffico su tronchi stradali o intersezioni. Le verifiche analitiche della rete viaria non possono perciò prescindere dall'esposizione di alcuni riferimenti teorici che vengono di seguito chiariti. I principali indici ai quali si farà riferimento sono:

- *Volume di traffico orario o flusso orario f* (veic/h): numero di veicoli che transita - o che si prevede transiterà - in un'ora, attraverso una data sezione di una corsia o di una strada.
- *Traffico medio giornaliero annuo* T_{mga}: è il rapporto fra il numero di veicoli che attraversano una data sezione (in genere, riferito ai due sensi di marcia) e 365 giorni. Tale dato si riporta ad un intervallo di tempo molto ampio e non tiene conto delle oscillazioni del traffico, nei vari periodi dell'anno, per cui è più significativo il valore del traffico giornaliero medio T_{gm} definito come rapporto tra il numero di veicoli che, in dato numero di giorni opportunamente scelti nell'arco dell'anno, transitano attraverso la data sezione ed il numero di giorni in cui si è eseguito il rilevamento.
- *Portata veicolare Q*: numero di veicoli transitanti - o che si prevede transiterà - in una sezione della strada durante un intervallo di tempo inferiore all'ora; equivale al prodotto della densità per la velocità media di deflusso. Tra le portate assume fondamentale importanza, in ingegneria stradale, la capacità.
- *Portata di servizio*: flusso massimo gestibile con un determinato livello di servizio.
- *Capacità C*: è la portata massima relativa ad un dato periodo di tempo che, in una sezione di una corsia o di una strada, per determinate condizioni della strada stessa, dell'ambiente e del traffico, ha "sufficiente probabilità di non essere superata". La capacità rappresenta la risposta dell'infrastruttura alla domanda prevalente di movimento. Dal punto di vista tecnico assumerà un valore soddisfacente quando si mantiene superiore alla portata.
- *Intensità di traffico*: portata di punta che deriva dai quindici minuti più carichi all'interno dell'ora.
- *Densità di traffico D*: è il numero dei veicoli presenti in un dato istante in un tratto stradale di determinata lunghezza (in genere 1 km); il volume del traffico sarà pertanto uguale al prodotto della densità per la velocità.
- *Velocità del deflusso V*: velocità media nello spazio.
- Relazione fondamentale del deflusso:

$$Portata\ (Q) = Densità\ (D) \cdot Velocità\ di\ deflusso\ (V)$$

Dopo aver chiarito il significato di alcuni tra i parametri fondamentali della teoria della circolazione si può comprendere più facilmente il concetto di Livello di servizio (LOS). Il LOS può essere visto, in generale, come

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

funzione lineare della densità (veicoli/km): è ottimo quando la densità è bassa e viceversa. In pratica si può definire come la misura della prestazione della strada nello smaltire il traffico, ovvero il grado con il quale il traffico presente vincola il conducente durante la marcia. Si tratta, quindi, di un indice maggiormente significativo rispetto alla semplice conoscenza del flusso massimo o della capacità. L'HCM riconosce generalmente 6 livelli di servizio connotati con le prime sei lettere dell'alfabeto (da A ad E). Ad essi si aggiunge un settimo livello F, nel quale la congestione azzera il passaggio dei veicoli. In particolare i LOS definiscono i seguenti stadi di circolazione:

- *LOS A*: rappresenta le condizioni di flusso libero, cioè ogni veicolo si muove senza alcun vincolo ed in libertà assoluta di manovra entro la corrente;
- *LOS B*: rappresenta le condizioni di deflusso con modesta riduzione della velocità ma ancora con elevate condizioni di comfort fisico e psicologico;
- *LOS C*: rappresenta una condizione di deflusso intermedia; la presenza degli altri veicoli determina vincoli sempre maggiori causando una riduzione di comfort ma un flusso ancora stabile;
- *LOS D*: in queste condizioni il flusso è ancora stabile sebbene la libertà di manovra sia ampiamente ridotta ed il livello di comfort fisico e psicologico comincia ad essere basso;
- *LOS E*: in queste condizioni il flusso si avvicina al limite della capacità e i condizionamenti tra i veicoli sono pressoché totali; le condizioni di deflusso sono al limite della stabilità;
- *LOS F*: questo livello rappresenta le condizioni di flusso forzato; si verificano facilmente condizioni instabili di deflusso fino all'insorgere di forti fenomeni di accodamento.

Il livello di servizio si configura quindi, in generale, come una misura qualitativa dell'effetto di certi fattori che comprendono la velocità ed il tempo di percorrenza, le interruzioni del traffico, la libertà di manovra, la sicurezza, la comodità della guida ed i costi di esercizio. La scelta dei singoli livelli è stata definita in base a particolari valori di alcuni di questi fattori.

6.2 LIVELLI DI SERVIZIO INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE

Il livello di servizio secondo la metodologia HCM, definito per tale tipologia di incrocio, è calcolato sulla base del ritardo relativo a ciascun movimento.

L'intera procedura si fonda su una precisa gerarchia delle correnti di traffico:

- *correnti di priorità 1*: correnti della strada principale dirette e di svolte a destra (movimenti 2, 3, 5, 6);
- *correnti di priorità 2*: correnti di svolta a sinistra dalla strada principale e di svolta a destra dalle secondarie (movimenti 1, 4, 9, 12);
- *correnti di priorità 3*: correnti delle strade secondarie di attraversamento dell'intersezione (movimenti 8, 11);
- *correnti di priorità 4*: correnti delle strade secondarie di svolta a sinistra (movimenti 7, 10).

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

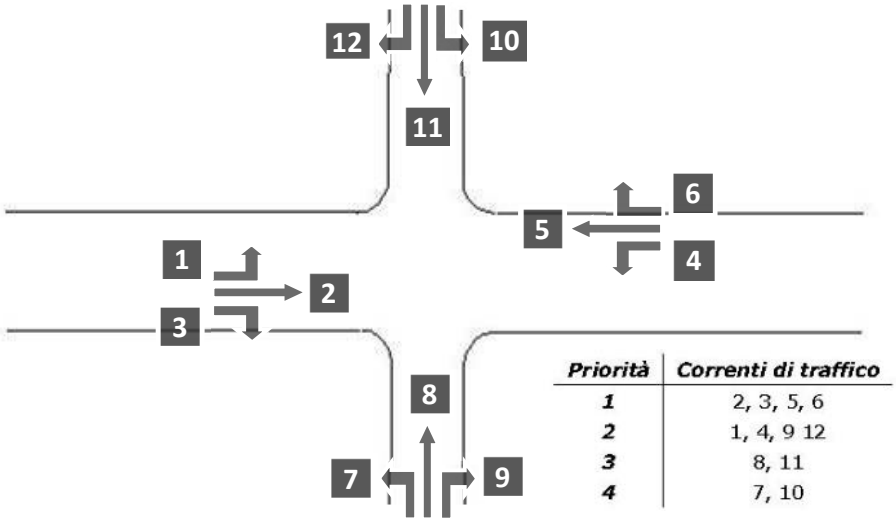


Figura 6.1 – Gerarchia delle correnti di traffico

Il calcolo finale dei ritardi relativi a ciascun movimento presuppone, secondo la metodologia H.C.M., alcune operazioni preliminari.

Determinazione delle portate di conflitto

Il termine "portata di conflitto" rappresenta la somma delle portate a cui una corrente di traffico deve necessariamente dare la precedenza. Le manovre saranno quindi caratterizzate da una portata di conflitto, fatta naturalmente eccezione per le correnti a priorità 1. Essendo N il numero delle corsie della strada principale, le singole portate di conflitto sono:

Tipo di movimento	*Determinazione portate di conflitto $q_{c,x}$*	
Svolta a sinistra dalla strada principale [1,4]	$q_{c,1}=q_5+q_6$	$q_{c,4}=q_2+q_3$
Svolta a destra dalla strada secondaria [9,12]	$q_{c,9}=q_2/N+0.5\ q_3$	$q_{c,12}=q_5/N+0.5\ q_6$
Correnti dirette dalla strada secondaria [8,11]	$q_{c,8}=2(q1+q4)+q_2+q_5+0.5q_3+q_6$	$q_{c,10}=2(q1+q4)+q_2+q_5+q_3+0.5q_6$
Svolta a sinistra dalla strada secondaria [7,10]	$q_{c,7}=2(q1+q4)+q_2+q_5/N+0.5q_3+0.5q_6+0.5q_{11}+0.5q_{12}$	$q_{c,10}=2(q1+q4)+q_2/N+q_5+0.5q_3+0.5q_6+0.5q_8+0.5q_9$

Tabella 6.1 – Portate di conflitto

Determinazione degli intervalli e dei distanziamenti critici

I conducenti appartenenti ad una corrente secondaria per attuare la scelta di attraversamento od immissione in un altro flusso, si basano su delle stime soggettive di posizione e velocità dei veicoli del flusso ostacolante. L'*intervallo critico* T_c si può quindi definire come il più piccolo intervallo temporale fra i veicoli della corrente principale accettato da un utente della corrente secondaria per effettuare la manovra suddetta. Diverso è il concetto di *intervallo o tempo di sequenza* T_f che rappresenta, invece, il distanziamento tra veicoli della corrente secondaria che effettuano la manovra di attraversamento od immissione sfruttando lo stesso "varco" nella corrente principale.

Sulla base di risultati sperimentali sono stati individuati dei valori base sia per T_c che per T_f:

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Tipo di movimento	Intervallo critico base Tcb (sec)		Intervallo di sequenza base T_{fb} (sec)
	Strada principale a due corsie	Strada principale a quattro corsie	
Svolta a sinistra dalla strada principale	4.1	4.1	2.2
Svolta a destra dalla strada secondaria]	6.2	6.9	3.3
Correnti dirette dalla strada secondaria	6.5	6.5	4.0
Svolta a sinistra dalla strada secondaria	7.1	7.5	3.5

Tabella 6.2 – Intervalli critici e di sequenza per ciascuna manovra

Tali valori, a seconda della particolare situazione, dovranno essere opportunamente corretti in relazione alla percentuale dei veicoli pesanti e alla pendenza delle livellette delle strade secondarie tramite apposite formule suggerite nel manuale.

Calcolo della capacità potenziale

Dopo aver determinato le portate di conflitto ($q_{c,x}$), gli intervalli critici ($T_{c,x}$) e di sequenza ($T_{f,x}$) è possibile calcolare la "capacità potenziale" relativamente a ciascun movimento mediante la seguente relazione:

$$c_{p,x} = q_{c,x} \cdot \frac{e^{-q_{c,x} \cdot T_{c,x}/3600}}{1 - e^{-q_{c,x} \cdot T_{f,x}/3600}}$$

Calcolo della capacità effettiva mediante correzioni per impedenza

La validità della formula è garantita, tuttavia, solo sotto certe ipotesi restrittive. Quando queste non risultano verificate è necessario applicare dei coefficienti correttivi che riducono il valore della "capacità potenziale" giungendo così alla determinazione della cosiddetta "capacità effettiva" ($c_{e,x}$). Alle correnti a priorità 1 non bisogna applicare alcun coefficiente dal momento che non si arrestano per seguire la manovra. Per le correnti di priorità 2, la capacità effettiva risulta pari a quella potenziale. I movimenti a priorità 3 e 4 invece subiscono una riduzione di capacità, detta impedenza, la quale risulta tanto minore quanto più elevata è la probabilità di non avere veicoli di rango inferiore in attesa di compiere la loro manovra. Esaurite le operazioni preliminari sopra descritte, per il cosiddetto "ritardo di controllo" viene suggerita la formula:

$$d_x = \frac{3600}{c_{e,x}} + 900 \cdot T \cdot \left[\frac{q_x}{c_{e,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{q_x}{c_{e,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\frac{3600}{c_{e,x}} \cdot \frac{q_x}{c_{e,x}}}{450 \cdot T}} \right] + 5$$

dove d_x rappresenta proprio il ritardo medio per il generico movimento x (sec/veic) e T il periodo di analisi in ore, mentre il termine costante di 5 sec tiene conto dei perditempi in decelerazione ed accelerazione rispetto alla velocità a flusso libero.

Nei casi in cui sulla strada principale non vi sia una corsia esclusiva di accumulo per la svolta a sinistra, i veicoli che devono eseguire la manovra diretta o di svolta a destra risultano ostacolati dagli utenti che devono svoltare a sinistra, subendo così un ritardo.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Tale grandezza è calcolabile tramite una apposita formula che tiene conto del ritardo medio dei veicoli che eseguono la manovra di svolta a sinistra dalla principale. Il ritardo complessivo dell'intersezione può essere infine calcolato come media pesata sulle portate veicolari:

$$d_T = \frac{\sum d_x \cdot q_x}{\sum q_x}$$

Il criterio per individuare il livello di servizio, una volta determinato il ritardo relativo a ciascun movimento ed il ritardo medio globale, è riportato nella tabella seguente:

Livello di servizio (LOS)	*Ritardo di controllo medio (sec/veic)*
A	*0-10*
B	*>10-15*
C	*>15-25*
D	*>25-35*
E	*>35-50*
F	*>50*

Tabella 6.3 – Criterio per individuazione del LOS per intersezioni a raso non semaforizzate

6.3 LIVELLI DI SERVIZIO DELLE INTERSEZIONI A ROTATORIA

In relazione alla capacità ed al livello di servizio di un'intersezione a rotatoria occorre notare come essi dipendano essenzialmente da due fattori:

- le caratteristiche geometriche;
- i flussi veicolari gravanti sul nodo.

In particolare nella determinazione del livello di servizio è necessario considerare il comportamento del guidatore in quanto le modalità di approccio ad un'intersezione a rotatoria sono fondamentali per la valutazione dell'entità complessiva del ritardo. Facendo riferimento alla classificazione proposta dall'HCM per le intersezioni non semaforizzate i LOS relativi agli approcci di un'intersezione sono stimati sulla base dei ritardi medi accumulati dai veicoli. Il criterio per individuare il livello di servizio, una volta determinato il ritardo relativo a ciascun movimento ed il ritardo medio globale è riassunto nella Figura 6.2.

Ciò premesso, mentre per un'intersezione classica la nozione di ritardo risulta essere intuitiva, nel caso delle rotatorie il "ritardo complessivo" risulta più articolato. La valutazione del tempo di attraversamento di una rotatoria richiede infatti l'analisi delle diverse fasi in cui si svolge tale processo, ad ognuna delle quali è possibile associare una quota parte del ritardo complessivo.

In particolare, come si evince dalla Figura 6.2 si possono distinguere tre intervalli temporali:

- *Ritardo di approccio (d_a):* tale componente deriva dal fatto che il guidatore generalmente riduce la propria velocità in prossimità dell'incrocio con un'altra direttrice di marcia. Tale ritardo è quantificabile come la differenza tra il tempo impiegato dai veicoli per percorrere una distanza prefissata da un punto

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

a monte dell'intersezione (L1) alla linea di dare la precedenza (L4) e il tempo necessario a percorrere la stessa distanza alla velocità di flusso libero (Vf). Con riferimento alla figura si ha:

$$d_a = (t_4 - t_1) - \frac{L_4 - L_1}{V_f}$$

- *Ritardo di fermata (d):* tale componente deriva dal fatto che generalmente il guidatore prima di attraversare l'intersezione, è costretto a fermarsi ed aspettare il proprio turno. Nel caso delle intersezioni a rotatoria, questo avviene anche più volte consecutivamente, per effetto della presenza dei veicoli in coda che precedono il generico utente. Il ritardo di fermata dipende pertanto dal flusso circolante sull'anello e dal cosiddetto "gap-acceptance" (intervallo spazio-temporale accettato) dei guidatori in ingresso. Tale ritardo può essere quindi definito come:

$$d = t_3 - t_2$$

- *Ritardo di controllo (d_c):* tale componente include invece il ritardo dovuto alle fasi di decelerazione, di fermata e di accelerazione. Può essere calcolato come la differenza tra il tempo che intercorre tra l'inizio della fase di decelerazione e la fine della fase di accelerazione ed il tempo impiegato a percorrere la stessa distanza alla velocità di flusso libero. Considerando la schematizzazione in figura si ha:

$$d_c = (t_5 - t_1) - \frac{L_5 - L_1}{V_f}$$

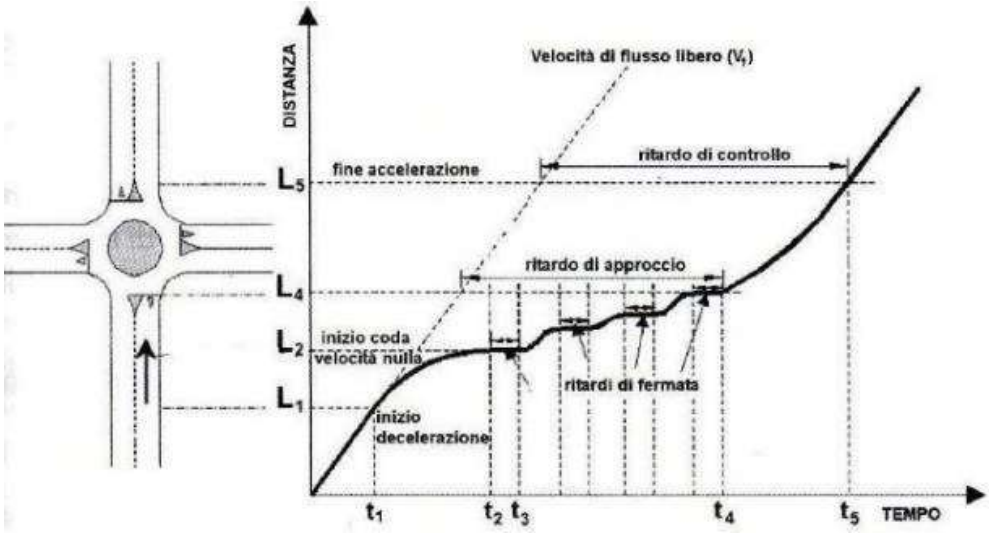


Figura 6.2 – Definizione tipologie di ritardo per una rotatoria

Il livello di servizio si può quindi ricavare confrontando il ritardo medio ricavato con le indicazioni fornite dall'HCM 2000 relativamente alle intersezioni non semaforizzate. Il meccanismo di funzionamento di una rotatoria risulta infatti maggiormente accostabile a quello delle intersezioni regolate da "Stop" o dal "Dare precedenza" piuttosto che ad altre modalità di gestione. In pratica anche per quanto riguarda le rotatorie, gli utenti in attesa di immettersi nell'anello circolatorio accumulano perditempo commisurati direttamente al flusso veicolare in opposizione. Nel seguito, grazie all'ausilio delle microsimulazioni dinamiche verranno ricavati una serie di indicatori prestazionali relativi agli approcci del nodo oggetto di valutazione tra cui il "ritardo medio

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

per veicolo". Questo viene calcolato quando il veicolo completa il segmento stradale oggetto di valutazione (che nel caso in esame inizia 150 m prima dell'approccio dell'intersezione e termina in corrispondenza della sezione di uscita) sottraendo il tempo di percorrenza teorico (ideale) dal tempo di percorrenza reale. Il tempo di percorrenza teorico è il tempo che verrebbe impiegato per compiere il tragitto definito se nella rete non ci fossero altri veicoli e nessun impianto semaforico o fermata (tenendo conto delle zone di rallentamento quali ad es. curve o restringimenti).

Anche in questo caso il ritardo complessivo dell'intersezione può essere infine calcolato come media pesata sulle portate veicolari:

$$d_T = \frac{\sum d_x \cdot q_x}{\sum q_x}$$

Direttamente correlato ai perditempo accumulati dai veicoli sui rami di approccio dell'intersezione troviamo infine il concetto di accodamento. Le condizioni di deflusso possono infatti dar luogo, soprattutto nelle ore di punta a formazione di coda. Nelle successive microsimulazioni verrà utilizzata la seguente definizione di "coda": un veicolo si trova in situazione di accodamento quando la sua velocità scende al di sotto dei 5 km/h e la distanza dal veicolo che lo precede è inferiore ai 20 m. Qualora questa aumenti fino a superare i 20 m o venga superata la velocità di 10 km/h si ritiene che il veicolo non sia più in coda.

6.4 LIVELLI DI SERVIZIO DEGLI ASSI STRADALI

La stima del livello di servizio di un asse stradale è effettuata facendo riferimento a specifici modelli analitici, tra i quali, quelli maggiormente attendibili in campo trasportistico sono contenuti nell'Highway Capacity Manual (HCM) nelle versioni 1985 e 2000. Tali modelli, tuttavia, nascono da rilievi e da considerazioni tecniche riguardanti prevalentemente la circolazione veicolare statunitense. Di conseguenza, come indicato negli stessi manuali HCM, bisogna adattare le modalità di analisi di questi modelli alla realtà veicolare oggetto di studio.

Come riportato anche dalle Linee Guida alle Analisi di Traffico della Regione Lombardia risulta quindi opportuno riferirsi al caso delle regioni del nord-Italia. In ragione, infatti, delle peculiarità dell'utenza veicolare, delle caratteristiche della rete stradale e del carico veicolare interessanti tipicamente le infrastrutture regionali, la Regione Lombardia prevede di applicare alcuni adattamenti dei modelli HCM sino a giungere alle portate di servizio indicate nelle tabelle che seguono.

Un asse stradale a carreggiate separate presenterà:

- *LOS A*: se il flusso nell'ora di punta è inferiore a 700 veic/h per corsia;
- *LOS B*: se il flusso nell'ora di punta è compreso tra 700 veic/h e 1100 veic/h per corsia;
- *LOS C*: se il flusso nell'ora di punta è compreso tra 1100 veic/h e 1550 veic/h per corsia;
- *LOS D*: se il flusso nell'ora di punta è compreso tra 1550 veic/h e 1850 veic/h per corsia;
- *LOS E*: se il relativo flusso nell'ora di punta è superiore a 1850 veic/h per corsia.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

LOS	*HCM 1985*	
	Q/C	*Flusso (veic/h)*
A	*0.35*	*~ 700*
B	*0.54*	*~ 1100*
C	*0.77*	*~ 1550*
D	*0.93*	*~ 1850*
E	*> 0.93*	-

Tabella 6.4 – LOS tronchi stradali per strade a carreggiate separate

Un asse stradale a carreggiata unica ed una corsia per senso di marcia presenterà, invece:

- *LOS A*: se il flusso bidirezionale nell'ora di punta è inferiore a 575 veic/h;
- *LOS B*: se il flusso bidirezionale nell'ora di punta è compreso tra 575 veic/h e 1042 veic/h;
- *LOS C*: se il flusso bidirezionale nell'ora di punta è compreso tra 1042 veic/h e 1650 veic/h;
- *LOS D*: se il flusso bidirezionale nell'ora di punta è compreso tra 1650 veic/h e 2450 veic/h;
- *LOS E*: se il flusso bidirezionale nell'ora di punta è superiore a 2450 veic/h.

LOS	HCM 1985		HCM 2000	
	Q/C	Flusso (veic/h)	PTSF(%)	Flusso (veic/h)
A	0.18	~ 575	40	~ 575
B	0.32	~ 1042	60	~ 1042
C	0.52	~ 1650	77	~ 1650
D	0.77	~ 2450	88	~ 2450
E	> 0.77	-	> 88	-

Tabella 6.5 – LOS tronchi stradali per strade a carreggiata unica con una corsia per senso di marcia

Si osserva che i livelli di servizio degli assi vengono calcolati solo al fine di dare completezza all'analisi globale mediante dimostrazione dell'invarianza della qualità di circolazione tra stato di fatto e stato di progetto. In realtà, come peraltro indicato nell'Allegato 4 della D.G.R. del 27/09/2006 – n.8/3219, "*nel caso in cui si voglia comprendere il livello di congestionamento di una rete complessa le stime dei LdS delle singole tratte che la compongono rappresenta un elemento di valutazione solo indicativo […]. Per contro non ha alcuna valenza tecnica l'utilizzo dei sopra citati modelli nell'ambito di elementi di tracciato in cui il traffico risulta fortemente condizionato dalla presenza di intersezioni. In questo caso, essendo proprio l'intersezione l'elemento condizionante la qualità della circolazione, risulta più opportuno condurre specifiche valutazioni in relazione alla capacità di gestione dei flussi dei nodi […]*".

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

7 ANALISI MICROSIMULATIVA

7.1 MICROSIMULAZIONI ESEGUITE

Al fine di produrre un'analisi completa e dettagliata dell'impatto viabilistico determinato dal nuovo insediamento oggetto del presente studio sono state eseguite due distinte microsimulazioni corrispondenti alla situazione attuale (Scenario 0) e allo scenario futuro (Scenario 1):

- *Scenario 0: Stato di fatto;*
- *Scenario 1: Scenario futuro – realizzazione di 2 nuovi lotti e ampliamento di 4 lotti esistenti o in fase di realizzazione a destinazione data center con realizzazione di una circonvallazione per il collegamento del centro artigianato di Cantalupo con la SP40.*

Tali microsimulazioni sono state riferite all'ora di punta del pomeriggio del giovedì (17.00 – 18.00) che, come riscontrato dai dati di traffico, rappresenta l'intervallo di punta per il sistema viario.

Questa modalità di verifica, oltre a produrre un output visivo di immediata interpretazione fornisce anche precisi indicatori prestazionali quali i ritardi e le lunghezze delle code.

Nello sviluppo delle microsimulazioni, i nodi e gli archi della rete stradale sono stati riprodotti rispettando fedelmente le dimensioni geometriche planimetriche e altimetriche; su questi sono state successivamente inserite le zone di rallentamento in corrispondenza dei tratti curvilinei e in prossimità degli approcci delle intersezioni. È stato inoltre imposto il corretto rispetto delle precedenze e degli stop.

La rete è stata quindi riprodotta puntualmente e tutti i parametri del software sono stati impostati in maniera tale da ottenere un comportamento realistico dei veicoli.

I parametri utilizzati per definire il comportamento dinamico dei veicoli, quali l'intervallo temporale di "Gap acceptance" o le curve di accelerazione/decelerazione dei mezzi sono state opportunamente differenziate a seconda delle diverse tipologie veicolari. Tali scelte, essenziali per poter ottenere risultati attendibili, implicano, tra le altre cose, che i mezzi pesanti debbano avere a disposizione un intervallo temporale superiore a quello necessario alle autovetture per impegnare un'intersezione o per compiere qualsiasi altra manovra che modifichi il loro comportamento dinamico.

Sia allo stato attuale che nell' ipotesi futura sono stati simulati 7.200 secondi, ovvero l'intera ora di punta estesa alla mezz'ora precedente e successiva per un intervallo complessivo di due ore. Si sono considerate significative le letture relative ai 3.600 secondi centrali, trascurando i primi e gli ultimi 30 minuti in cui il sistema raggiunge ed esaurisce le condizioni di regime.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

7.2 VALUTAZIONE CRITICA DEI RISULTATI

Le microsimulazioni dinamiche eseguite producono come output oltre a dei filmati video in tempo reale, utili per un'immediata visione del funzionamento della rete viaria, anche una serie di indicatori prestazionali. I valori ottenuti consentono di ricavare e comparare in modo analitico i LOS dei vari approcci di ogni singola intersezione relativamente allo stato di fatto e allo scenario futuro.

Nel dettaglio sono stati utilizzati tre distinti livelli di valutazione.

Livello 1: Valutazione globale della rete viaria

Questo livello di analisi fornisce una visione globale e di facile comprensione per quanto riguarda il funzionamento dell'intera rete viaria e ciò consente di comparare in modo immediato differenti scenari grazie all'ausilio di specifici indicatori prestazionali elencati in seguito:

- distanza totale percorsa dai veicoli;
- tempo totale di viaggio;
- velocità media dei veicoli;
- ritardo totale dei veicoli;
- ritardo medio per veicolo.

Livello 2: Valutazione di nodo

Questo livello di analisi ha riguardato i nodi della rete attuale e di progetto così da poter quantificare gli effetti sulla circolazione imputabili alla presenza del piano attuativo prima descritto. Gli indicatori prestazionali utilizzati per questa analisi sono stati:

- la lunghezza media della coda per ogni approccio;
- il ritardo medio per i veicoli provenienti dai vari approcci;
- il corrispondente LOS per ogni approccio.

Si precisa che per definire la situazione di coda si è stabilito che un veicolo inizia a fare coda quando si muove a una velocità inferiore ai 5 km/h e si trova ad una distanza dal mezzo che lo precede inferiore ai 20m; tale situazione perdura fino a quando viene superato questo valore di distanza o la velocità di 10 km/h.

Livello 3: Valutazione di arco

Per valutare scientificamente la qualità della circolazione caratterizzante un arco stradale si fa usualmente riferimento al manuale statunitense – l'Highway Capacity Manual (HCM).

La capacità teorica desumibile dall'HCM vale tuttavia soltanto in condizioni di flusso ininterrotto, che è caratteristico delle reti extraurbane ove il tempo di percorrenza di un arco risulta prevalente rispetto ai probabili tempi di ritardo che si verificano in corrispondenza delle intersezioni. In questo tipo di funzioni il tempo di attesa non viene considerato.

Il flusso interrotto è invece quello che si verifica nelle aree urbane o periurbane, ove ricade l'area oggetto di intervento, poiché ciò che effettivamente determina la curva di deflusso di un arco stradale è il tempo speso

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

nell'attraversamento degli incroci. Questo perché la lunghezza degli archi è generalmente molto ridotta e la velocità di percorrenza risulta scarsamente influenzata dal flusso che impegna l'arco.

Questo livello di analisi riguarda perciò gli archi della rete attuale e di progetto e consente di quantificare l'aumento di flusso sugli assi viari esaminati in seguito ai nuovi flussi indotti.

7.2.1 Valutazioni di rete

Basandosi sui valori degli indicatori prestazionali descritti, avvalorati dalla percezione visiva del funzionamento della rete ottenuta mediante l'analisi a video delle simulazioni, si presenta di seguito una valutazione critica dei risultati ottenuti, distinta tra lo stato attuale e lo scenario futuro.

Dalle risultanze emergono le seguenti considerazioni:

- il numero di veicoli simulato nei due scenari risulta congruente ai rilievi di traffico effettuati per lo stato di fatto, mentre per lo scenario di progetto tale entità aumenta del numero di veicoli indotti stimati. Si precisa che il modello di microsimulazione adotta lievi approssimazioni di generazione dei veicoli;
- si può notare come la velocità nella rete simulata migliora sensibilmente nello scenario di progetto con la realizzazione della nuova viabilità e dell'intersezione a rotatoria con la SP40, registrando una riduzione del tempo di ritardo per veicolo e totale.

Ora di punta 17.00 – 18.00: Scenario 0

SCENARIO 0	
PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	3.537
Totale distanza percorsa veicoli (km)	11.092,9
Totale tempo di viaggio veicoli (h)	270,5
Velocità media (km/h)	41,0
Totale ritardo veicoli (h)	9,9
Ritardo medio per veicolo (s)	10,0

Tabella 7.1 – Valutazione di rete – Scenario 0

Ora di punta 17.00 – 18.00: Scenario 1

SCENARIO 1	
PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	3.582
Totale distanza percorsa veicoli (km)	8.328,7
Totale tempo di viaggio veicoli (h)	183,6
Velocità media (km/h)	45,4
Totale ritardo veicoli (h)	7,6
Ritardo medio per veicolo (s)	7,6

Tabella 7.2 – Valutazione di rete – Scenario 1

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

7.2.2 Valutazioni di nodo

Per quanto riguarda la "valutazione di nodo" verranno di seguito analizzate le principali intersezioni limitrofe agli ambiti di intervento:

1. *Intersezione a raso SP40 e Via Lombardia da riqualificare in intersezione a rotatoria;*
2. *Intersezione a rotatoria tra Via Circonvallazione, la SP40 e Via Roma;*
3. *Intersezione a raso tra Via Circonvallazione, Via Cascina Giuditta e Via Santa Teresa;*
4. *Intersezione a rotatoria tra Via Circonvallazione, Via Adamello e Via Bergamo;*
5. *Intersezione a rotatoria tra SP205, Via Monte Bianco, Via Circonvallazione, Via Casamatta e Via de Filippo.*

Figura 7.1 – Nodi simulati

Nell'analisi che seguirà saranno pertanto posti a confronto, per ciascun nodo della rete, gli indicatori prestazionali dei due scenari.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Nodo 1: Intersezione a raso tra la SP40 e Via Lombardia da riqualificare in intersezione a rotatoria

Figura 7.2 – Nodo 1 – Scenario 0

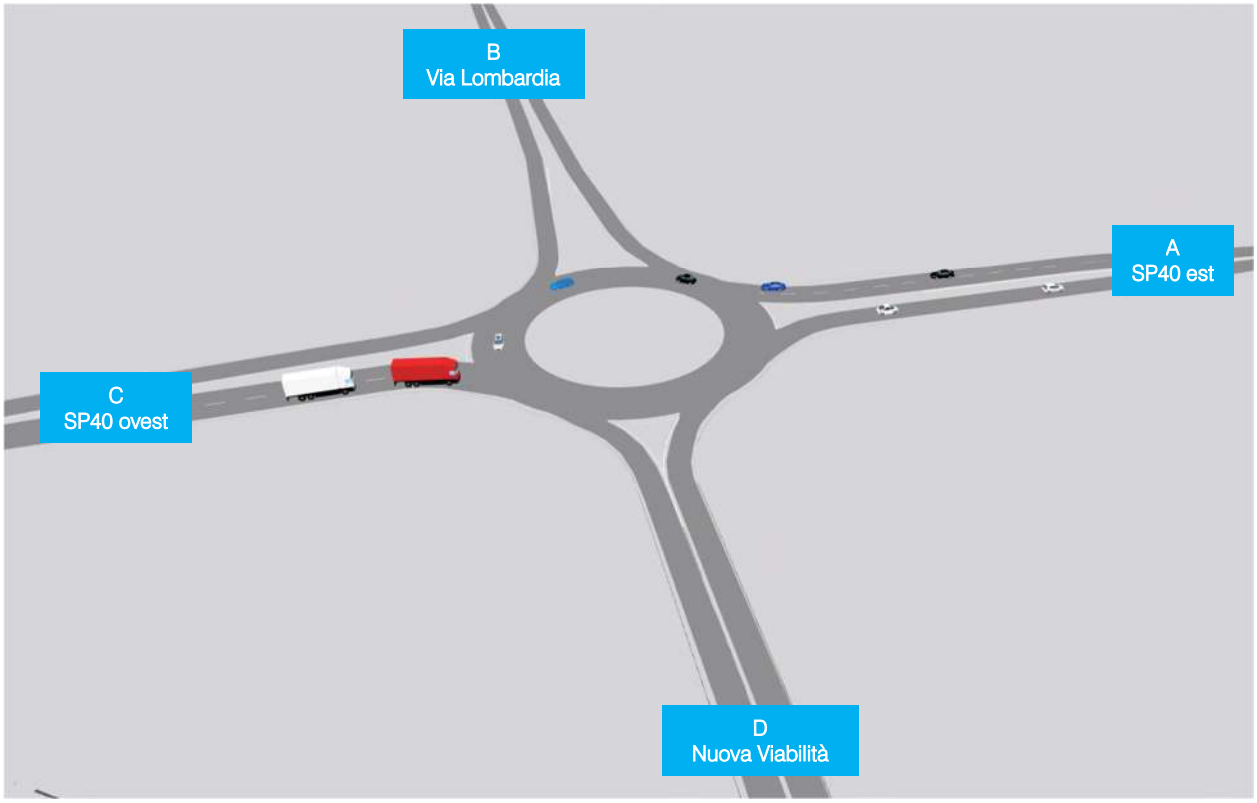


Figura 7.3 – Nodo 1 – Scenario 1

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	3,0	3,2	A
B	1,6	8,2	A
C	3,9	4,9	A
TOT	3,2	4,4	A

Tabella 7.3 – Indicatori prestazionali Nodo 1 – Scenario 0

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	5,4	5,8	A
B	1,1	5,8	A
C	4,6	6,2	A
D	1,7	8,3	A
TOT	4,3	6,2	A

Tabella 7.4 – Indicatori prestazionali Nodo 1 – Scenario 1

Sia allo stato di fatto che nello scenario di progetto il nodo supporta in maniera adeguata i flussi di traffico previsti nell'ora di punta simulata, presentando di fatto il migliore livello di servizio globale possibile (LOS A).

Il tempo di ritardo medio peggiora perché pur migliorando la possibilità di manovra in sinistra da e verso Via Lombardia comporta con la nuova viabilità un maggior numero di manovre di svolta in sinistra con flussi diretti verso sud e provenienti da sud dell'abitato di Siziano.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Nodo 2: Intersezione a rotatoria tra Via Circonvallazione, la SP40 e Via Roma

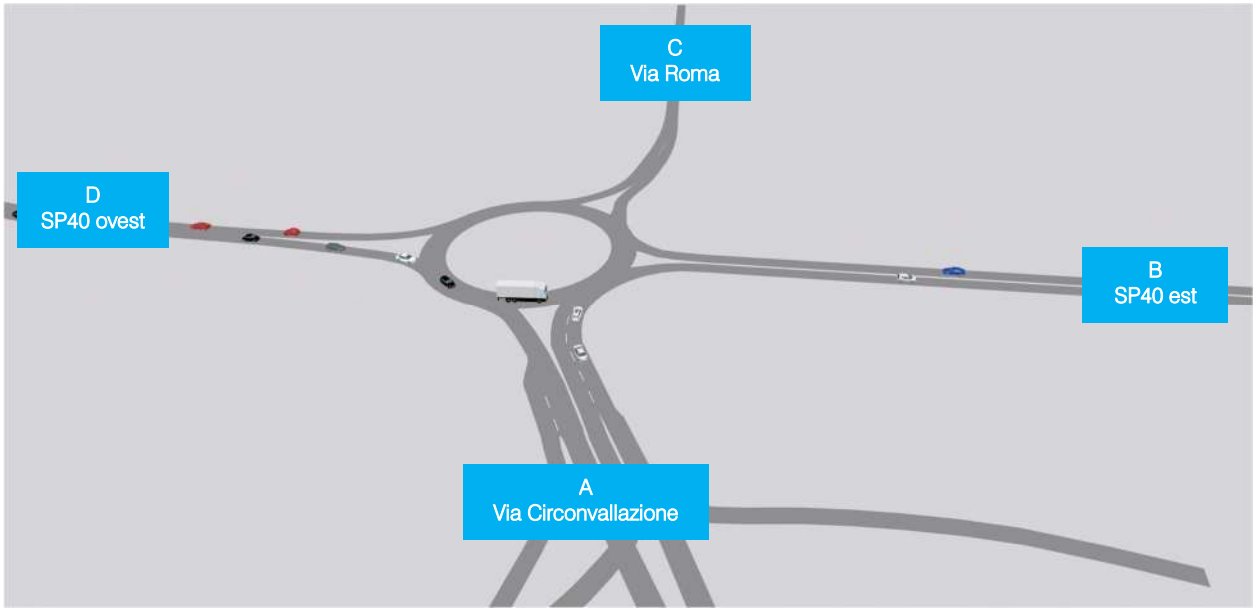


Figura 7.4 – Nodo 2 – Scenario 0 e 1

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	29,5	10,0	B
B	56,5	31,3	D
C	2,0	15,5	C
D	58,0	26,6	D
TOT	50,5	24,3	C

Tabella 7.5 – Indicatori prestazionali Nodo 2 – Scenario 0

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	25,6	11,2	B
B	23,4	20,2	C
C	2,0	15,9	C
D	29,1	16,6	C
TOT	26,4	16,5	C

Tabella 7.6 – Indicatori prestazionali Nodo 2 – Scenario 1

La nuova viabilità che collega la SP205 con la SP40 comporta lo spostamento di una percentuale di flussi di traffico con beneficio per l'intersezione che registrerà una sensibile riduzione del tempo di ritardo e dell'accodamento medio per i singoli rami.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Nodo 3: Intersezione a raso tra la Via Circonvallazione, Via Cascina Giuditta e Via Santa Teresa

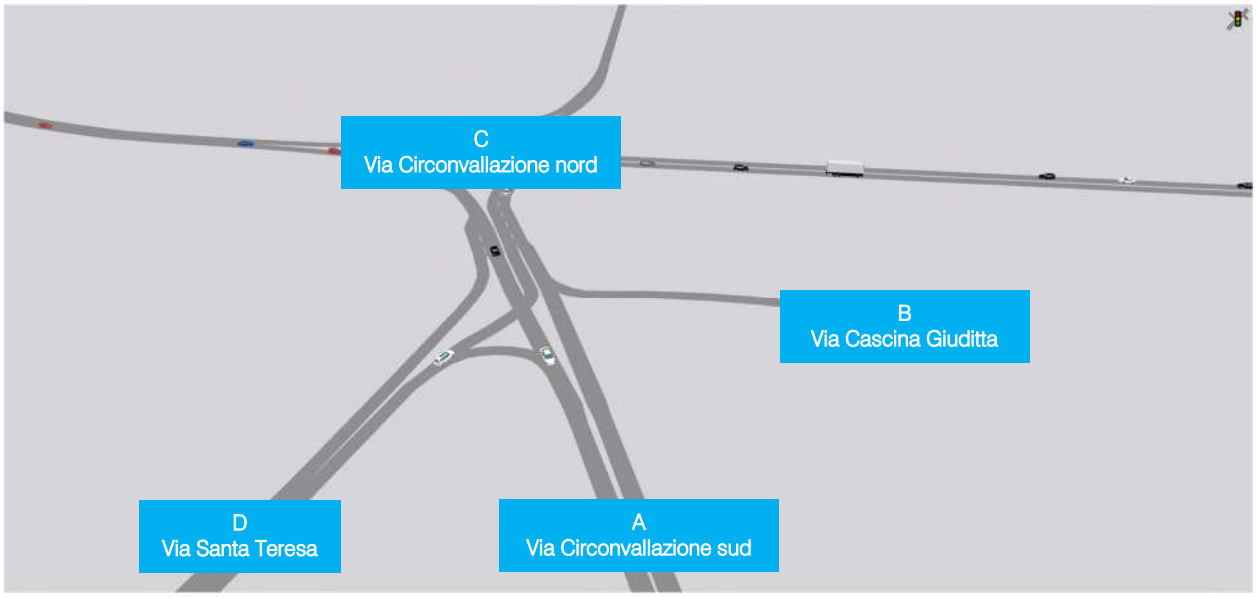


Figura 7.5 – Nodo 3 – Scenario 0 e 1

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	2,6	3,9	A
B	0,0	0,0	A
C	0,6	0,5	A
D	2,2	13,0	B
TOT	1,4	2,6	A

Tabella 7.7 – Indicatori prestazionali Nodo 3 – Scenario 0

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	1,5	3,2	A
B	0,0	0,0	A
C	0,3	0,3	A
D	1,9	11,4	B
TOT	0,8	2,3	A

Tabella 7.8 – Indicatori prestazionali Nodo 3 – Scenario 1

Il livello di servizio risulta ottimo sia nello scenario dello stato di fatto che nello stato di progetto con un valore sempre pari ad A.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Nodo 4: Intersezione a rotatoria tra Via Circonvallazione, Via Adamello e Via Bergamo

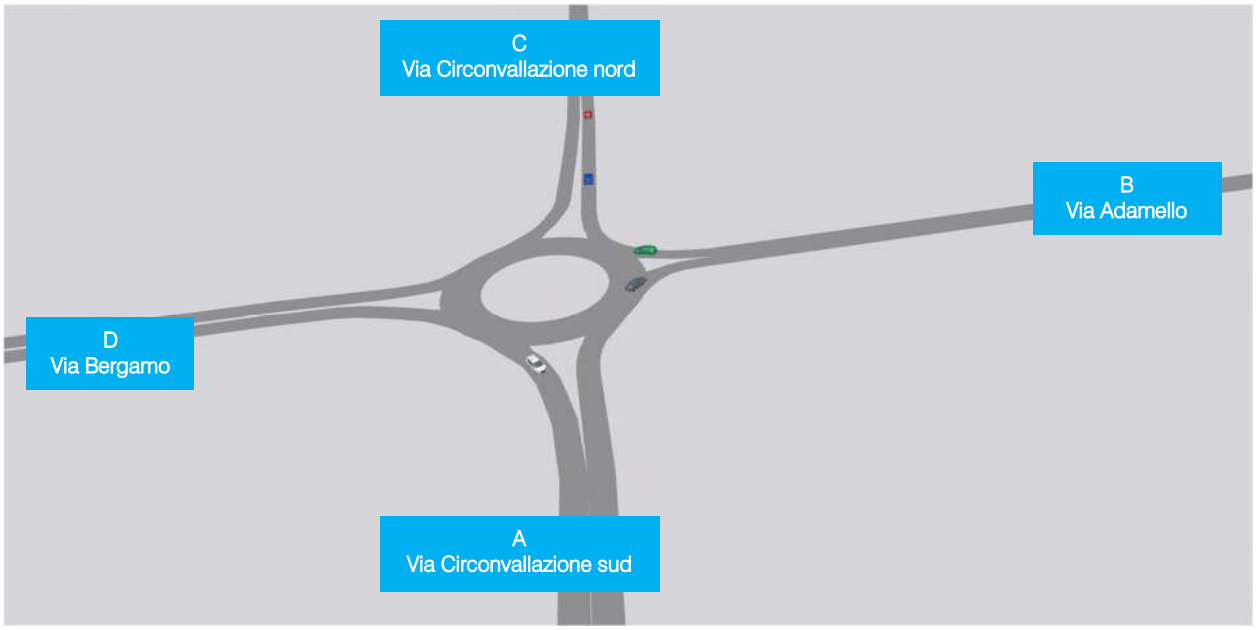


Figura 7.6 – Nodo 4 – Scenario 1

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	2,1	3,7	A
B	0,8	4,3	A
C	3,3	3,4	A
D	1,3	6,9	A
TOT	2,5	3,9	A

Tabella 7.9 – Indicatori prestazionali Nodo 4 – Scenario 0

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	1,1	2,6	A
B	0,5	2,7	A
C	2,0	2,7	A
D	0,7	4,0	A
TOT	1,4	2,9	A

Tabella 7.10 – Indicatori prestazionali Nodo 4 – Scenario 1

Sia allo stato di fatto che nello scenario di progetto il nodo supporta in maniera adeguata i flussi di traffico previsti nell'ora di punta simulata, presentando di fatto un livello di servizio globale sempre uguale ad A.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Nodo 5: Intersezione a rotatoria tra SP205, Via Monte Bianco, Via Circonvallazione, Via Casamatta e Via de Filippo

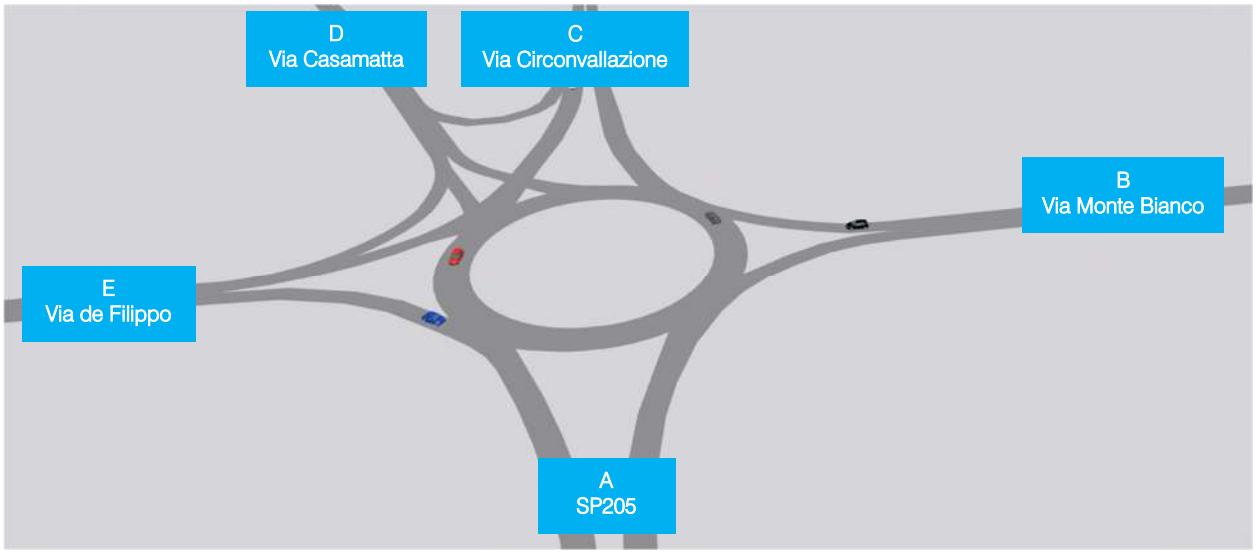


Figura 7.7 – Nodo 4 – Scenario 1

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	0,4	0,8	A
B	0,4	2,9	A
C	1,8	1,9	A
D	0,7	4,9	A
E	1,3	10,7	B
TOT	1,2	2,5	A

Tabella 7.11 – Indicatori prestazionali Nodo 5 – Scenario 0

RAMO	CODA [m] MEDIA	RITARDO MEDIO PER VEICOLO [s]	LOS
A	0,3	0,6	A
B	1,9	3,6	A
C	2,1	2,9	A
D	1,0	7,5	A
E	1,7	14,0	B
TOT	1,5	3,5	A

Tabella 7.12 – Indicatori prestazionali Nodo 5 – Scenario 1

Sia allo stato di fatto che nello scenario di progetto il nodo supporta in maniera adeguata i flussi di traffico previsti nell'ora di punta simulata, presentando di fatto un livello di servizio globale sempre uguale ad A.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

7.2.3 Valutazioni di arco

A completamento dell'analisi sono state effettuate delle valutazioni riguardanti il livello di servizio dei singoli archi oggetto di monitoraggio automatico con i flussi totali presenti nella rete allo stato attuale e nello scenario di progetto.

Via Monte Bianco		
VALUTAZIONE DI ARCO	STATO DI FATTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	214	A
VALUTAZIONE DI ARCO	SCENARIO DI PROGETTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	548	A

Via Adamello		
VALUTAZIONE DI ARCO	STATO DI FATTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	285	A
VALUTAZIONE DI ARCO	SCENARIO DI PROGETTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	285	A

Via Circonvallazione		
VALUTAZIONE DI ARCO	STATO DI FATTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	1368	C
VALUTAZIONE DI ARCO	SCENARIO DI PROGETTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	1044	C

Via Santa Teresa		
VALUTAZIONE DI ARCO	STATO DI FATTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	396	A
VALUTAZIONE DI ARCO	SCENARIO DI PROGETTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	397	A

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

SP40 ovest		
VALUTAZIONE DI ARCO	STATO DI FATTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	2160	D
VALUTAZIONE DI ARCO	SCENARIO DI PROGETTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	2181	D

SP40 est		
VALUTAZIONE DI ARCO	STATO DI FATTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	1474	C
VALUTAZIONE DI ARCO	SCENARIO DI PROGETTO	
PARAMETRI DI ARCO (valori bidirezionali)	VALORI	LOS
Numero di veicoli/ora	1162	C

Anche in tal caso alla luce dell'indotto si rileva una sostanziale invarianza del livello di servizio degli archi tra lo stato di fatto e lo scenario di progetto. Ovviamente Via Circonvallazione ed il tratto est della SP40 subiranno una diminuzione dei flussi transitanti dovuti all'inserimento della nuova strada di circonvallazione.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

8 CONCLUSIONI

Nell'ambito del procedimento autorizzativo relativo alla realizzazione del Data Center Stack Campus da realizzarsi su alcuni lotti a nord e a sud della SP40 in Comune di Siziano (PV), il presente documento ha analizzato la sostenibilità dell'intervento di progetto verificando l'impatto viabilistico dei nuovi insediamenti sulla rete stradale di afferenza.

La futura circonvallazione di collegamento tra la SP40 e il polo artigianale di Cantalupo, prevista dal progetto, si collegherà alla strada provinciale con una nuova intersezione a rotatoria e permetterà di raggiungere la SP205 tramite Via Monte Bianco, evitando di percorrere l'ambito residenziale di Via Circonvallazione,

Si precisa che lo stato attuale della viabilità è stato descritto grazie ad un rilievo automatico e manuale dei flussi veicolari; è stato verificato uno scenario di progetto con l'inserimento della strada di circonvallazione e i nuovi insediamenti.

L'analisi, sviluppata sulla base di ipotesi trasportistiche opportunamente ponderate, dimostra che a seguito degli interventi la rete infrastrutturale da un punto di vista funzionale sarà in grado di assorbire il traffico futuro, mentre lo spostamento di parte dei flussi in transito sulla nuova viabilità di collegamento fra la SP40 e la SP205 migliorerà le velocità di percorrenza, specie per Via Circonvallazione e per l'intersezione tra questa e la SP40.

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 – Ambito di localizzazione 2

Figura 1.2 – Localizzazione data center 3

Figura 2.1 – Inquadramento territoriale del Comune di Siziano 5

Figura 2.2 – Comuni limitrofi a Siziano 6

Figura 2.3 – Identificazione aree oggetto di intervento 7

Figura 3.1 – Assi viari principali 8

Figura 3.2 – SP40 – ortofoto 9

Figura 3.3 – SP40 9

Figura 3.4 – Via Circonvallazione – ortofoto 10

Figura 3.5 – Via Circonvallazione 10

Figura 3.6 – Via Santa Teresa – ortofoto 11

Figura 3.7 – Via Santa Teresa 11

Figura 3.8 – Via Adamello – ortofoto 12

Figura 3.9 – Via Adamello 12

Figura 3.10 – Via Monte Bianco – ortofoto 13

Figura 3.11 – Via Monte Bianco 13

Figura 3.12 – Via de Filippo – ortofoto 14

Figura 3.13 – Via de Filippo 14

Figura 3.14 – Intersezioni attigue agli ambiti di intervento 15

Figura 3.15 – Intersezione 1 – ortofoto 16

Figura 3.16 – Intersezione 1 16

Figura 3.17 – Intersezione 2 – ortofoto 17

Figura 3.18 – Intersezione 2 17

Figura 3.19 – Intersezione 3 – ortofoto 18

Figura 3.20 – Intersezione 3 18

Figura 3.21 – Intersezione 4 – ortofoto 19

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Figura 3.22 – Intersezione 4 19

Figura 3.23 – Intersezione 5 – ortofoto 20

Figura 3.24 – Intersezione 5 20

Figura 3.25 – Ortofoto caselli autostradali limitrofi all'area oggetto di intervento 21

Figura 4.1 – Strumentazione radar utilizzata 23

Figura 4.2 – Angolo di installazione dei radar rispetto alla direzione di marcia 23

Figura 4.3 – Sezioni di rilievo tramite strumentazione radar 25

Figura 4.4 – Radar 1 25

Figura 4.5 – Radar 2 25

Figura 4.6 – Radar 3 26

Figura 4.7 – Radar 4 26

Figura 4.8 – Radar 5 26

Figura 4.9 – Radar 6 26

Figura 4.10 – Radar 7 26

Figura 4.11 – Radar 8 26

Figura 4.12 – Radar 9 26

Figura 4.13 – Radar 10 26

Figura 4.14 – Radar 11 27

Figura 4.15 – Radar 12 27

Figura 4.16 – Flussi di traffico giornalieri 28

Figura 4.17 – Confronto andamento volumi di traffico 29

Figura 4.18 – Andamento volumi di traffico per sezione – giovedì 24.02.2022 29

Figura 4.19 – Andamento volumi di traffico per sezione – venerdì 25.02.2022 30

Figura 4.20 – Intersezioni rilevate 31

Figura 5.1 – Localizzazione lotti di progetto 32

Figura 5.2 – Accesso lotto MIL01 33

Figura 5.3 – Accesso lotto MIL02 34

Figura 5.4 – Accesso lotto MIL03 34

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

Figura 5.5 – Accesso lotto MIL07 35

Figura 5.6 – Accesso lotto MIL08-A 35

Figura 5.7 – Accesso lotto MIL08-B 36

Figura 5.8 – Distribuzione indotti mezzi leggeri ambiti di progetto 39

Figura 5.9 – Ripartizione dei flussi post realizzazione nuova strada 40

Figura 6.1 – Gerarchia delle correnti di traffico 44

Figura 6.2 – Definizione tipologie di ritardo per una rotatoria 47

Figura 7.1 – Nodi simulati 53

Figura 7.2 – Nodo 1 – Scenario 0 54

Figura 7.3 – Nodo 1 – Scenario 1 54

Figura 7.4 – Nodo 2 – Scenario 0 e 1 56

Figura 7.5 – Nodo 3 – Scenario 0 e 1 57

Figura 7.6 – Nodo 4 – Scenario 1 58

Figura 7.7 – Nodo 4 – Scenario 1 59

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4.1 – Suddivisione classi veicolari 23

Tabella 4.2 – Specifica radar 24

Tabella 4.3 – Veicoli equivalenti giornalieri 00.00 – 24.00 27

Tabella 5.1 – Stima addetti 37

Tabella 5.2 – Nuovi veicoli leggeri indotti giornalieri e nell'ora di punta 38

Tabella 5.3 – Nuovi veicoli leggeri indotti nell'ora di punta suddivisi per lotto 38

Tabella 6.1 – Portate di conflitto 44

Tabella 6.2 – Intervalli critici e di sequenza per ciascuna manovra 45

Tabella 6.3 – Criterio per individuazione del LOS per intersezioni a raso non semaforizzate 46

Tabella 6.4 – LOS tronchi stradali per strade a carreggiate separate 49

Tabella 6.5 – LOS tronchi stradali per strade a carreggiata unica con una corsia per senso di marcia 49

Tabella 7.1 – Valutazione di rete – Scenario 0 52

Tabella 7.2 – Valutazione di rete – Scenario 1 52

Tabella 7.3 – Indicatori prestazionali Nodo 1 – Scenario 0 55

Tabella 7.4 – Indicatori prestazionali Nodo 1 – Scenario 1 55

Tabella 7.5 – Indicatori prestazionali Nodo 2 – Scenario 0 56

Tabella 7.6 – Indicatori prestazionali Nodo 2 – Scenario 1 56

Tabella 7.7 – Indicatori prestazionali Nodo 3 – Scenario 0 57

Tabella 7.8 – Indicatori prestazionali Nodo 3 – Scenario 1 57

Tabella 7.9 – Indicatori prestazionali Nodo 4 – Scenario 0 58

Tabella 7.10 – Indicatori prestazionali Nodo 4 – Scenario 1 58

Tabella 7.11 – Indicatori prestazionali Nodo 5 – Scenario 0 59

Tabella 7.12 – Indicatori prestazionali Nodo 5 – Scenario 1 59

Il presente documento non potrà essere riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge